

المساحة المستوية وتطبيقاتها فى الزراعة

دكتور

السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

المساحة المستوية

وتطبيقاتها فى الزراعة

وكتور

السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة - الشاطبي - جامعة الأسكندرية

الناشر
مكتبة بستان المعرفة
لطباعة ونشر وتوزيع الكتب

اسم الكتاب: المساحة المستوية وتطبيقاتها فى الزراعة

اسم المؤلف: د/ السعيد رمضان العشرى

رقم الإيداع بدار الكتب والوثائق المصرية: ٨٩١٨ / ٢٠٠٠

الترقيم الدولى: 4 - 03 - 6015 - 977 - I.S.B.N

الطبعة: الأولى

التجهيزات الفنية: كمبيوتر 2000 : ٢١٥٩٦٥ / ٠٤٥

الطبع: دار الجامعيين للطباعة والتجليد الاسكندرية : ٤٨٦٢٠٠٤ / ٠٣

الناشر: بلستان المعرفة

كفر الدوار - الحدائق - ٦٧ ش الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين

تليفون: ٢٢٤٢٢٨ / ٠٤٥ & ١٢٣٥٣٤٨١٤

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة للناشر

ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو أى جزء منه

بأية صورة من الصور بدون تصريح كتابى مسبق من المؤلف أو الناشر.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**"رب اشرح لى صدرى ويسر لى أمرى وأحلل
العقدة من لسانى يفتقها قولى"**

صَلَّى
الْعَظِيمِ

المساحة المستوية
وتطبيقاتها فى الزراعة

مُتَلَمِّمَاتُ

المساحة المستوية (Plane Surveying) هي التي تختص بأعمال المساحات الصغيرة وتهمل فيها كروية الأرض على أساس أن سطح الأرض مستوى في المنطقة المراد رفعها وعلى هذا الأساس يمكن العمل في المساحات المستوية في منطقة تصل مساحتها إلى ٢٥٠ كم^٢ بدون أخطاء تذكر نتيجة أهمل كروية الأرض.

وتنقسم المساحة المستوية إلى قسمين: الأول يعرف المساحة الطبوغرافية والغرض منها إنشاء ورسم الخرائط للمناطق الكبيرة نسبياً مع بيان ما تحويها من معالم طبيعية وصناعية والارتفاعات والانخفاضات عن سطح الأرض وذلك على هيئة خطوط كنتور أما القسم الثاني والذي يعرف بالمساحة المستوية التفرديّة (التفصيلية) فالغرض منها هو رسم وإنشاء خرائط تفصيلية لأجزاء من الخرائط الطبوغرافية وذلك بمقياس رسم أكبر بغرض إظهار التفاصيل والحدود للملكيات الزراعية والمباني.

وإيماناً منا بأهمية توفير كتاب عن المساحة المستوية وتطبيقاتها في مجال الزراعة عملنا على إعداد هذا الكتاب ليكون عوناً لأعزائنا طلبة كليات الجامعات والمعاهد العليا والمشتغلين في مجال الأعمال المساحية. وقد جاء الكتاب كحصولية تدريس مادة المساحة في كليات الزراعة وفي المعاهد المتخصصة بالإضافة إلى الخبرة العملية في ممارسة أعمال المساحة. وقد تم التركيز على كل من النواحي النظرية والتطبيقات الميدانية.

ولا يفوتني هنا أن أتقدم بعظيم الشكر والتقدير إلى أساتذتي الأفاضل الذين تعلمت على أيديهم وكانت لمؤلفاتهم ولما قدموه من عون أكبر الأثر على إنجاز هذا الكتاب بهذه الصورة. وكلّي أمل في أن أكون قد وفقت في جمع وترتيب المادة العلمية حتى يصبح الكتاب بمثابة إضافة مفيدة للمكتبة العلمية العربية وأنني أرحب بأي اقتراحات من قبل الزملاء العاملين في هذا المجال حتى يمكن الأخذ بها في الإصدارات المستقبلية إن شاء الله ونأمل في النهاية أن يحقق هذا الكتاب هدفه ويلقى قبولاً وتقدير أساتذتي الأفاضل والزملاء الأعزاء وأبنائي الطلبة.

والله ولي التوفيق

دكتور

السعيد رمضان العشري

الباب الأول

المساحة بالجنزير

Chain Surveying

الباب الأول

المساحة بالجنزير

Chain Surveying

١-١- مقدمة:

تستخدم المساحة بالجنزير كأحد أنواع المساحة المستوية لرفع المساحات الصغيرة المكشوفة القليلة الإرتفاعات والإنخفاضات وهى أرخص وأسهل الطرق ولقد سميت بالمساحة بالجنزير لأن الجنزير كان هو الآلة الوحيدة المستعملة قديما وبقيت هذه التسمية إلى الآن رغم وجود أجهزة مساحية أخرى أدق وأحدث منه.

١-٢- وحدات القياس:

فى البداية لابد من التعرف على وحدات القياس المختلفة وما يهمنا فى علم المساحة هى الوحدات المستخدمة فى قياس الأطوال والمساحات وكذلك وحدات الحجم.

هناك ثلاثة أنظمة معروفة فى العالم للوحدات وهى:-

النظام الإنجليزى The British System of Units

النظام الفرنسى "المترى" The Metric System of Units

النظام العالمى The International System of Units "SI"

ولكل من النظام الإنجليزى والنظام المترى وحدات للتعبير عن الكميات الهندسية المختلفة. وتختلف قيمة هذه الوحدات من نظام الى آخر. ولكن لتبسيط هذه الوحدات ولسهولة فهمها بين دول العالم المختلفة تم الاتفاق على استخدام نظام موحد لهذه الوحدات ويسمى بالنظام العالمى. ولا يختلف النظام العالمى عن النظام الفرنسى أو المترى فى بعض الوحدات. وفيما يلى وحدات الأطوال المختلفة والوحدات المشتقة منها والعلاقة بين تلك الوحدات بالإضافة الى بعض الوحدات القديمة والتي مازالت تستخدم فى الأعمال

المساحية بجمهورية مصر العربية وكذلك الوحدات التي تستخدم في بعض الدول العربية.

أ- وحدات الأطوال:

النظام المترى (الفرنسى):

كيلومتر = ١٠٠٠ متر
متر = ١٠ = ١٠٠ = ١٠٠٠ = ١٠٠٠٠ ملليمتر

النظام الإنجليزى:

ميل = ١٧٦٠ ياردة
ياردة = ٣ أقدام
قدم = ١٢ بوصة

النظام العالمى:

المتر = ١٠٠٠ سم

ويوضح الجدول الآتى معاملات التحويل بين وحدات الطول

كيلومتر	متر	مم	ياردة	قدم	بوصة	
١.٠ × ٢٥,٤	٠,٠٢٥٤	٢٥,٤	٠,٠٢٧٧٨	٠,٠٨٣٣٣	١	١ بوصة =
١.٠ × ٣٠,٤,٨	٠,٣٠٤٨	٣٠,٤,٨	,٣٣٣٣	١	١٢	١ قدم =
١.٠ × ٩١٤,٤	٠,٩١٤٤	٩١٤,٤	١	٣	٣٦	١ ياردة =
١.٠	٠,٠٠١	١	١.٠ × ١,٠٩٤	١.٠ × ٣٢,٦	٠,٠٣٩٣٧	١ مم =
٠,٠٠١	١	١٠٠٠	١,٠٩٤	٣,٢٨١	٣٩,٣٧	١ متر =
١	١.٠	١.٠	١,٠٩٤	٣,٢٨١	٣٩,٣٧٠	١ كيلومتر =

وحدات قياس أخرى:

الذراع البلدى = ٠,٥٨ متر
الذراع المعمارى = ٠,٧٥ متر
القصبية = ٣,٥٥ متر
الميل البحرى ISM = ١٨٥٢

٢٢,٨٣ بوصة =
٢٩,٥٣ بوصة =
١١,٦٥ قدم =

ب- وحدات المساحة:

وحدات المساحة تعتبر مربع وحدات الأطوال السابقة مثل المتر
المربع والسنتيمتر المربع.. الخ. وفي تقدير مساحة الأراضي يستعمل
الهكتار والفدان.

النظام المترى (الفرنسى):

$$\begin{aligned} &= \text{الكيلو متر المربع} \\ &= \text{المتر المربع} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= (1000) \text{ متر مربع} \\ &= (100) \text{ سنتيمتر مربع} \end{aligned}$$

النظام الإنجليزي:

$$\begin{aligned} &= \text{الميل المربع} \\ &= \text{الياردة المربعة} \\ &= \text{القدم المربع} \\ &= \text{البوصة المربعة} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= (1760) \text{ ياردة مربعة} \\ &= (3) \text{ قدم مربع} \\ &= (12) \text{ بوصة مربعة} \\ &= (2,54) \text{ سم} \end{aligned}$$

ويوضح الجدول التالى معاملات التحويل بين وحدات المساحة

بوصة ²	قدم ²	ياردة ²	سم ²	ديسمتر ²	متر ²
1	1.0 × 6.944	1.0 × 0.772	6.452	0.06452	1.0 × 64.5
144	1	0.1111	929	9.29	0.0929
1296	9	1	8361	83.61	0.8361
0.155	1.076	1.1997	1	0.01	0.0001
15.5	0.1076	0.1196	100	1	0.01
1550	10.76	1.196	10000	100	1

وحدات قياس مساحة الأراضي الزراعية:

$$\begin{aligned} &= \text{الهكتار} \\ &= \text{الفدان} \\ &= \text{الأيكر} \\ &= \text{الدونم} \end{aligned}$$

$$(100) \text{ متر مربع} = 10000 \text{ متر}^2$$

$$4200,83 \text{ متر مربع} = 4200 \text{ متر}^2$$

$$4046,85 \text{ متر مربع}$$

$$1000 \text{ متر مربع}$$

وهذه الوحدة تستخدم فى بعض الدول العربية لتحديد المساحات

العلاقة بين وحدات قياس المساحة:

ميل مربع	=	٢,٥٩ كيلو متر مربع
ياردة مربعة	=	٠,٨٣٦ متر مربع
قدم مربع	=	٩٢٩ سم ^٢
الهكتار	=	٢,٣٨ فدان = ٢,٤٧١ أكر
الفدان	=	٢٤ قيراط
القيراط	=	٢٤ سهم = ١٧٥,٠٣٤٧ متر مربع
	=	١٧٥ متر مربع تقريبا
السهم	=	٧,٢٩٣ متر
الأكر	=	٩٦٣ فدان
الفدان	=	٤,٢ دونم

ج- وحدات الحجم:

وحدات الحجم هي مكعب وحدات الأطوال السابقة مثل المتر المكعب، والسنتيمتر المكعب.. الخ. والجدول التالي يوضح معاملات التحويل بين وحدات الحجم

بوصه ^٣	قدم ^٣	ياردة ^٣	سم ^٣	ديسمتر ^٣	متر ^٣
١	١.٠٥٠,٧٨٦ ^٤	١.٠٥٢,١٤٤ ^٥	١٦,٣٩	٠,٠١٦٣٩	١.٠٥١,٦٤ ^٦
١٧٢٨	١	٠,٠٣٧	٢٨٣١٦	٢٨,٣٢	٠,٠٢٨٣
٤٦٦٥٦	٢٧	١	٧٦٤٥٥٥	٧٦٤,٥٥	٠,٧٦٤٦
٠,٠٦١٠٢	١.٠٣٥٣٢ ^٨	١.٠٥١,٣١ ^٩	١	٠,٠٠١	١.٠ ^{١٠}
٦١,٠٢	٠,٣٥٣٢	٠,٠٠١٣١	١٠٠٠	١	٠,٠٠١
٦١٠٢٣	٣٥,٣٢	١,٣٠٧	١٠	١٠٠٠	١

والوحدات المستعملة في حساب الأتربة هي المتر المكعب أما الوحدات المستعملة في حساب السوائل فهي المتر المكعب أو اللتر.

متر مكعب = ١٠٠٠ لتر

لتر = ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب

١ = ديسيمتر مكعب

جالون إنجليزي = ٤,٥٤٦ لتر

جالون أمريكي = ٣,٧٨٥ لتر

جالون إنجليزي = ١,٢٠٠٩ جالون أمريكي

بالإضافة الى هذه الوحدات السابقة فهناك وحدات خاصة بمجال الزراعة تستخدم للتعبير عن الحجم مثل: الأردب - الكيلة - القدح.

الأردب	= ١٩٨ ديسمتر مكعب = ١٩٨ لتر
أردب	= ١٢ كيلة (١ كيلة = ٨ قدح)
	= ٩٦ قدح
الكيلة	= ١٦,٥٠ لتر
القدح	= ٢,٦٢ لتر
البوشل	= ٢١٥,٤٢ بوصة مكعبة

د- وحدات قياس الزوايا:

الدائرة هي أساس وحدة قياس الزاوية، وقد تستخدم ربع الدائرة كوحدة الزوايا والتي تمثل بالزاوية القائمة. ويوجد نوعان من التقسيم لوحدة الزوايا ويطلق على أحدهما بالتقسيم الستيني والآخر يعرف بالتقسيم المنوي.

التقسيم الستيني:

وفيه تقسم الدائرة (وحدة الزوايا) الى ٣٦٠ درجة ستينية، والدرجة الستينية تقسم بدورها الى ٦٠ دقيقة والدقيقة تقسم الى ٦٠ ثانية كما يلي:

الدائرة	= ٣٦٠ درجة ستينية وتكتب = ٣٦٠°
الدرجة	= ٦٠ دقيقة ستينية وتكتب = ٦٠'
الدقيقة	= ٦٠ ثانية ستينية وتكتب = ٦٠''

التقسيم المنوي:

وهذا التقسيم استخدم من عام ١٩٤١ ويستعمل في كثير من الدول الأوروبية وفيه تكون الزاوية قائمة أو الربع دائرة تعادل مائة درجة وكل درجة منوية تحتوى على مائة دقيقة منوية وكل دقيقة منوية تحتوى على مائة ثانية منوية.

ويستخدم التقدير المنوي في الأعمال المساحية العادية لسهولة الحساب أما في الأرصاد الفلكية فتستخدم التقدير الستيني وأيضاً في علم الجغرافيا لذلك لا يمكن الاستغناء عن التقدير الستيني.

وحدات التقدير الدائري للزوايا

يطلق على التقدير الدائري للزوايا بوحدات الأقواس ويعرف التقدير الدائري للزاوية بالنسبة بين طول قوس دائري (س) يحصر هذه الزاوية وطول نصف قطر الدائرة (نق) المكونة له كما يوضح شكل (١-١).

$$\text{أى أن التقدير الدائري للزاوية هـ} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر (نق)}} = \frac{\text{س}}{\text{نق}}$$

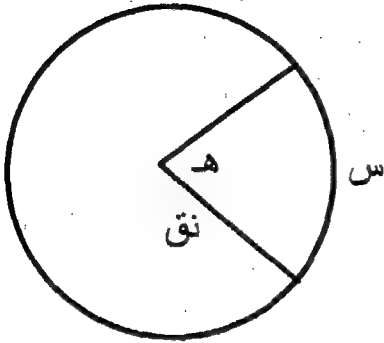
ويرمز للتقدير الدائري للزاوية هـ بالرمز هـ

تعرف وحدة الأقواس أو وحدة الزوايا بالتقدير الدائري بقيمة الزاوية بالتقدير الدائري التى تحصر قوس طوله يساوى نصف قطر الدائرة وتسمى هذه الوحدة Radian ويرمز لها بالرمز (م) وقيمة هذه الوحدة هي:

$$\text{م} = \frac{\text{ق ٤}}{\text{ط ٢}} = \frac{\text{ق ٢}}{\text{ط}}$$

حيث: ق تمثل الزاوية القائمة

$$\text{ط} = \frac{٢٢}{٧} = ٣,١٤١٦$$



شكل (١-١)

وتختلف القيمة العددية (م) حسب الوحدات المستعملة للزاوية، ويمكن إيجاد العلاقة بين قيمة الزاوية بالتقدير الستيني من العلاقة التالية:

$$\frac{\text{الزاوية بالتقدير الستيني}}{\frac{٣٦٠}{\text{ط}}} = \frac{\text{س}}{\text{ط ٢ نق}} = \frac{\text{التقدير الدائري}}{\text{ط ٢}} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{المحيط}}$$

∴ الزاوية بالتقدير الدائري = الزاوية بالتقدير الستيني × $\frac{\text{ط}}{١٨٠}$

الزاوية بالتقدير الستيني = الزاوية بالتقدير الدائري × $\frac{١٨٠}{\text{ط}}$

أمثله محلولة

مثال ١: أوجد القيمة بالتقدير الدائري للزاوية 126° ، والزاوية $24^\circ 51'$ ، والزاوية $46,486^\circ$

الحل:

الزاوية بالتقدير الدائري = الزاوية بالتقدير الستيني $\times \frac{\pi}{180}$
وعلى ذلك تكون:

القيمة بالتقدير الدائري للزاوية 126° هي:

$$2,2 = \frac{3,14}{180} \times 126 = \text{هـ}$$

- القيمة بالتقدير الدائري للزاوية $24^\circ 51'$ هي:

$$24^\circ 51' = \frac{24}{60} + 51 = 51,4$$

$$\therefore \text{هـ} = \frac{3,14}{180} \times 51,4 = 0,897$$

- القيمة بالتقدير الدائري للزاوية $46,486^\circ$ هي:

$$\therefore \text{هـ} = \frac{3,14}{180} \times 46,486 = 0,81$$

مثال ٢: أوجد قيمة الزاوية بالتقدير الستيني للزاوية 1 ، $0,761$ بالتقدير الدائري.

الحل:

- القيمة بالتقدير الستيني للزاوية 1

$$\text{هـ} = \frac{180}{\pi} \times \text{هـ}$$

$$= \frac{180}{3,14} \times 1 = 57,2958$$

$$= 57 + 2958 (60) = 57,7468$$

$$= 57 + 17 + 44,8 = 74,8 (60) = 57,7468$$

وتكتب على الصورة $57^\circ 17' 44,8''$

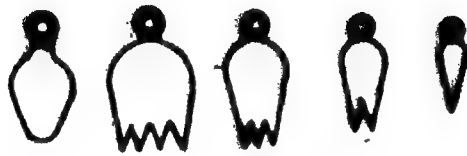
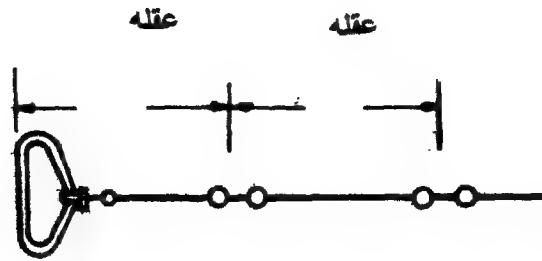
- القيمة بالتقدير الستيني للزاوية $0,761$

$$\text{هـ} = \frac{180}{3,14} \times 0,761 = 43,624 = 43^\circ 37' 27''$$

٣-١ - الأدوات المستعملة فى المساحة بالجنزير

- الجنزير Chain

يستعمل الجنزير فى قياس الأطوال النى تتطلب دقة عالية ويمتاز الجنزير بأن رخيص الثمن ويتحمل العمل الشاق فى العمل. ويتكون الجدرير من مجموعة عقل من الحديد الصلب وتتصل كل عقلة بالأخرى بثلاث حلقات من نفس المعدن وينتهى طرفى الجنزير بمقبضين من النحاس الأصفر مكتوب عليهما الطول الكلى للجنزير (شكل ١-٢). والجنازير المستعملة تكون بطول ١٠، ٢٠، ٣٠ متراً - والأكثر شيوعاً هو الذى طوله الكلى ٢٠ متراً بم فى ذلك المقبضين. أى يعتبر طول الجنزير الكلى من خارج المقبضين. ويتكون هذا الجنزير من ١٠٠ عقلة طول كل عقلة وما يتبعها من حلقات ٢٠ سم ويدخل فى طول العقلة الأولى والأخيرة طول المقبض النحاس الذى يوجد فى بداية ونهاية الجنزير. ولسهولة قياس أى طول بالجنزير وضع فى نهاية كل عشر عقل (مترين) علامة من النحاس يختلف شكلها على حسب عدد الأمتار التى تبعتها هذه العلامة عن طرفى الجنزير كما فى شكل (١-٢).



١٠	٨	٦	٤	٢
١٠	١٢	١٤	١٦	١٨

من أول الجنزير
بعد منتصف الجنزير

شكل (١-٢): الجنزير

ويفرد الجنزير بمسك حزمة الجنزير باليد اليمنى والمقبضان باليد اليسرى. ويقذف الجنزير بقوة في اتجاه المسافة المراد قياسها فيصبح فرعين متجاورين يمسك شخص آخر أحد المقبضين ويتجه للأمام حتى يفرد الجنزير بكامل طوله على الأرض لتبدأ عملية القياس. وبعد الإنتهاء من استعماله يمسك الجنزير من منتصفه وتطوى كل عقليتين متتى حتى يصبح الجنزير على شكل حزمة ثم يربط بالحزام الخاص به.

- الشوك Arrow

عبارة عن أسياخ من الحديد الصلب يتراوح طولها بين ٢٠ ، ٣٠ سم وقطرها من ٣ إلى ٥ ملليمترات. وأحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض والطرف الثانى على هيئة حلقة لاستعماله كمقبض. وتستعمل الشوك لتحديد نهايات الجنزير على سطح الأرض وكذلك لتحسين عدد المرات التى أستعمل فيها الجنزير لقياس خط ما (عدد الطرحات). ويجب العناية عند وضع الشوكة بالنسبة لمقبض الجنزير حتى لايدخل سمك الشوكة فى قياس طول الخط.

- الأوتاد Pegs

عبارة عن قطع من الخشب طولها بين ٢٠ ، ٣٠ سم قد تكون مضلعة أو مستديرة قطرها بين ٣-٥ سم أحد طرفيها مدبب يسهل غرسها فى الأرض، أما الطرف الثانى فمسطح ليسهل الطرق عليها. أما فى الأراضي الصلبة فتستعمل أوتاد على هيئة زوايا حديد. وعموما تدق الأوتاد لتحسين مواضع النقاط الثابتة فى الطبيعة والتى يراد الرجوع إليها عند الحاجة كنهايات الخطوط ورؤوس المضلعات، ويترك منها جزء ظاهر فوق سطح الأرض حوالى ٢سم حتى لا تعوق الحركة ولا تتعرض للضياع ويسهل الرجوع إليها.

- الشواخص Range Poles:

عبارة عن أعمدة رفيعة من الخشب اسطوانية أو مضلعة تتراوح أطوالها بين ٢-٣ متر وأقطارها بين ٣ إلى ٥سم ويثبت فى الطرف السفلى للشاخص كعب مخروطى وتدى الشكل من الحديد لسهولة غرسه وحفظه من التآكل. وتلون الشواخص عادة بلونين مختلفين بالتبادل حتى يسهل رؤيتها عن بعد وطول كل لون من الألوان نصف مترا أو ٢٥ سم حتى يمكن استعمال الشاخص للقياس التقريبي. ويراعى دائما غرس الشواخص رأسية تماما عند الاستعمال، وتستعمل الشواخص لبيان مواقع الأوتاد فى الأرض فيمكن

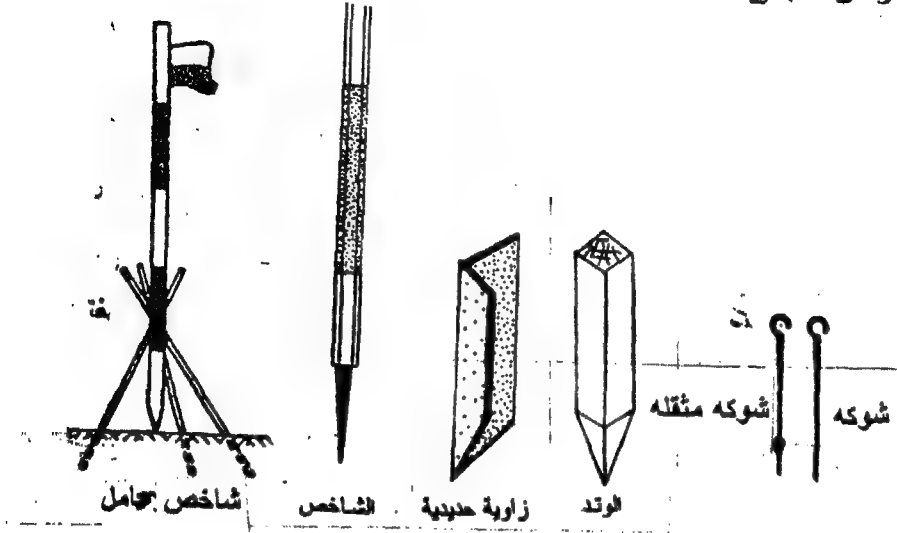
الرصد عليها وقياس المسافات بينها، كما تستخدم في تعيين نقط جديدة بين نقطتين أو على امتداد الخط الواصل بينها " توجيه الخطوط المستقيمة في الطبيعة". وفي حالة الأراضي الصلبة يوضع الشاخص داخل حامل خاص به ويحرك الحامل حتى يقع من الشخص فوق مراكز الوتد المثبت في الأرض ولهذا الحامل ميزة جعل الشاخص رأسيا تماما. ويوضح شكل (١-٣) الشوك والأوتاد والشواخص المستخدمة في أعمال المساحة.

- الشرائط Tapes

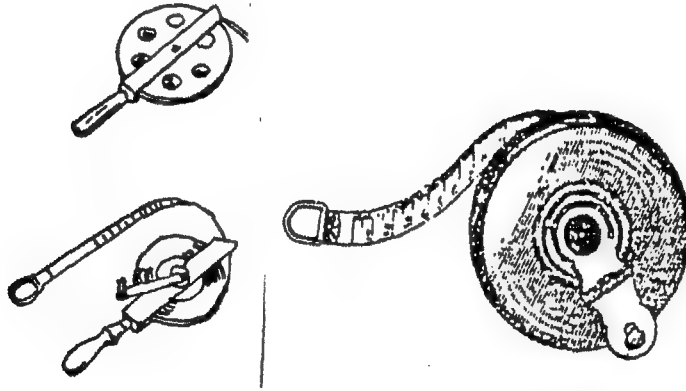
يعتبر أفضل ما يستعمل في القياس المباشر للأطوال وهو مصنوع من الكتان المقوى بأطوال ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ مترا ويلف الشريط حول محور من النحاس (بداخل علبة من الجلد) بواسطة يد متصلة بالعلبة وينتهي الشريط من طرفه الخالص بحلقة نحاسية لسحبها ومنع دخوله العلبة عند لفه. ويبدأ صفر التدرج من عند طرف الحلقة الخارجى (شكل ١-٤).

خيط وثقل الشاغول: Plumb bob

عبارة عن ثقل مخروطي الشكل ومعه خيط متين وهو يستعمل في عملية التسامت أى تعيين المسقط الأفقى للنقطة، ويستخدم في الضبط الرأسى لحواف وأركان المباني.



شكل (١-٣): الشوك والأوتاد والشواخص



شكل (١-٤): الشرائط

١-٤-١ - قياسات المسافات الأفقية

يعد قياس المسافة بين نقطتين ضروري لعدة أسباب من بينها إيجاد أطوال حدود قطعة أرض زراعية مثلاً أو منشأ زراعي أو ملكية خاصة. ويعتمد نوع الأجهزة المستعملة في القياس على دقة العمل المطلوب فمثلاً قد يعتبر قياس المسافة بواسطة الخطوة العادية للشخص نوع من العمل السريع وقد يفى بالغرض من ناحية الدقة. وفي القياسات الطويلة قد يفى استخدام شحرات الأستاديا في الأجهزة المساحية بالغرض أو قد يكون استعمال الأجهزة قياس تعمل بواسطة قياس الزمن اللازم للضوء أو موجات الراديو ذات سرعة معينة لقطع المسافة بين نقطتين مناسبة لهذا لبعض الحالات وهكذا.

١-٤-١-١ - قياس المسافات الأفقية بالخطوة:

معايرة الخطوة :

إن التعرض لموضوع قياس المسافات وخاصة في الأعمال الزراعية دون ذكر موضوع معايرة الخطوة أو قياس المسافات التقريبية بواسطة طول خطوات القدم يجعل الموضوع ناقصاً. ويمكن تقدير طول خطوة القدم بمعايرة خطوة الشخص عند المشي العادي لمسافة معينة يقطعها ثم قسمة هذه المسافة على عدد الخطوات ينتج طول الخطوة الواحدة لهذا الشخص.

لتعين طول خطوة شخص ما يحدد مسافة على الأرض طولها معلوم ٣٠ متر مثلاً ويقوم الشخص بعدد الخطوط التي يقطعها على هذا الخط ويكرر العملية ٣ مرات على الأقل ويأخذ المتوسط.

عدد الخطوات لخط طوله ٣٠ متر = ٣٣ ، ٣٤ ، ٣٥ خطوة

المتوسط = (٣٤ خطوة)

∴ طول الخطوة = $\frac{٣٠ \text{ متر}}{٣٤ \text{ خطوة}} = ٠,٨٨ \text{ متر} / \text{خطوة} \cong ٠,٩ \text{ متر} / \text{خطوة}$

على ذلك يتعرف هذا الشخص على أن خطواته تعادل ٠,٩ متر. ويستخدمها بعد ذلك في قياس الأطوال بطريقة تقريبية.

١-٤-٢- قياس المسافات الأفقية بالجنزير:

معايرة الجنزير:-

عند استعمالك للجنزير لقياس خط فإنك دائماً تعتبر أن طول الجنزير مثلاً ٢٠ متراً وهو الطول المكتوب عليه ولذلك فإنه يسمى الطول الأسمى أو المسمى به الجنزير ولا يكون هذا دائماً صحيحاً فقد يكون الجنزير أطول أو أقصر من ٢٠ متراً بمقدار عقلة أو ما شابه ذلك أو قد يكون الجنزير قد شد فانفجرت بعض الحلقات لذلك يجب تصحيح الطول المقاس بواسطة الجنزير.

ويمكن معايرة الجنزير عملياً بتحديد علامتين على الأرض المسافة بينهما ٢٠ متراً ثم فرد الجنزير بين العلامتين وملاحظة انطباق الجنزير على العلامتين ويحدد مقدار الخطأ بالزيادة أو النقص بواسطة مسطرة. هذا في حالة تمدد أو إنكماش الجنزير. أما في حالة نقص جزء من الجنزير فيجب تحديد مقداره وكذلك موقع النقص.

خطوات قياس المسافة بالجنزير

١- يمسك شخص أول الجنزير ويسمى (الخلفي) وشخص آخر بنهاية الجنزير ويسمى (الأمامي) ويكون معه مجموعة من الشوك.

٢- لقياس المسافة أ ب نحدد كل من أ ، ب بؤتد ويوضع شاخص فوق كل منهما ثم يفرد الجنزير.

٣- يثبت الخلفي أول الجنزير على منتصف البؤتد " أ " ويجلس القرفصاء خلف الشاخص " أ " ليتسنى له رؤية كعب الشاخص في " ب " ثم

(أ) نبحت عن أقرب علامة نحاسية واقعة قبل نهاية الخط "ب" مباشرة ونسجل القراءة التي تدل عليها مع ضرورة التأكد من وقوعها في النصف الأول من الجنزير أو النصف الثاني فتحدد بذلك عدد الأمتار.

(ب) تعد العقل التي تلى هذه العلامة حتى نهاية البعد (حتى منتصف الوتد ب) ويضرب عددها في ٠,٢٠ من المتر وذلك لمعرفة باقى المسافة.
(ج) إذا تبقى جزء من العقلة يقدر بالنظر أو بمسطرة عادية حتى منتصف الوتد أيضاً.

(د) تجمع الأطوال المحسوبة في الخطوات أ ، ب ، ج فنتنتج المسافة لجزء الجنزير.

وأخيراً يحسب طول الخط أ ب كالاتى:

طول الخط أ ب = عدد الشوك التي جمعت مع الأمامي × طول الجنزير + جزء القياس الأخير من الجنزير.

٨- نكرر العمل السابق ويقاس الخط في الاتجاه العكسى ب أ. ونحسب الطول المتوسط

٩- يحسب الخط النسبى لعملية القياس كالاتى:

$$\text{الخط النسبى} = \frac{\text{طول أ ب (ذهاب) - طول ب أ (عودة)}}{\text{الطول المتوسط}}$$

ويعبر عن الخط النسبى دائماً بكسر بسطه الواحد الصحيح. وفي التطبيقات الزراعية يكون الخط النسبى المسموح به حوالى $\frac{1}{1000}$ أما فى التطبيقات الهندسية والمدنية فيكون $\frac{1}{500}$.

الأخطاء المحتمل الوقوع فيها عند القياس بالجنزير:-

- ١- الخطأ فى التوجيه: ينتج عن الخطأ فى التوجيه قياس خط منكسر بدلاً من الخط المستقيم وبذلك يكون طول الخط المقاس أكبر من حقيقته.
- ٢- عدم شد الجنزير جيداً أثناء القياس وينتج عن ذلك زيادة فى طول الخط.
- ٣- عدم جعل الجنزير أفقياً: وينتج عنه أيضاً زيادة فى طول الخط ولا سيما فى الأراضي المنحدرة.
- ٤- الأهمال فى غرس الشوك: وذلك بعدم جعلها ملاصقة لحافة المقبض الخارجية.
- ٥- الأهمال فى عدد الشوك أو فى قراءة كسور الطرحات.

١-٤-٣- قياس المسافات الأفقية بالشريط:

معايرة الشريط:-

عند استعمالك للشريط لقياس خط فإنك دائماً تعتبر أن طول الشريط مثلاً ٢٠ أو ٣٠ أو ٥٠ متراً وهو الطول المكتوب عليه ولذلك فإنه يسمى الطول الأسمى ولا يكون هذا دائماً صحيحاً فقد يكون الشريط أطول أو أقصر من الطول الأسمى بمقدار جزء من السننيمترات نتيجة تمدده أو إنكماشه أو ما شابه ذلك أو قد يكون الشريط قد قطع جزء منه لذلك يجب تصحيح الطول المقاس بواسطة الشريط.

ويمكن معايرة الشريط عملياً بتحديد علامتين على الأرض المسافة بينهما ٢٠ متر ثم فرد الشريط بين العلامتين وملاحظة انطباق الشريط على العلامتين ويحدد مقدار الخطأ بالزيادة أو النقص بواسطة مسطرة.

١-٤-٤- تصحيح الأخطاء في قياس الطوال بالشريط أو الجنزير.

أولاً: إذا كان طول الجنزير أو الشريط الفعلى أقل أو أزيد من الطول الأسمى نتيجة الانكماش أو التمدد أو انفرج بعض الحلقات: فيتم التصحيح بالعلاقة الآتية:-

$$\frac{\text{طول الجنزير أو الشريط الحقيقي}}{\text{طول الجنزير أو الشريط الأسمى}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الخطأ (المقاس) للخط}}$$

ثانياً: إذا كان الخطأ نتيجة نقص أو زيادة عقله أو أكثر من الجنزير أو نقص في جزء من الشريط:

فيتم التصحيح للطرح الواحدة على النحو التالي.

- التصحيح للطرح الواحدة ح = مقدار النقص أو الزيادة في الشريط أو الجنزير

- التصحيح الكلى في طول الخط = ح × عدد الطرحات

أما الجزء من طول الخط أقل من الطرح فيجب التأكد أن الجزء الناقص يقع في هذا الجزء من طول الخط أولاً

ثالثاً: الخطأ الناشئ عن الترقيم (Seg)

وهذا الخطأ ينشئ عن عدم شد الجنزير أو الشريط فينتج عن ذلك أن الطول المفروود عبارة عن قوس للمنحنى بينما الطول المراد إيجاده هو وتر هذا المنحنى ويكون التصحيح كما يلي:

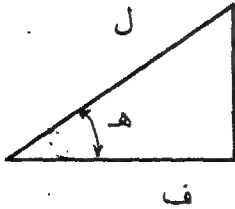
إذا كان الترقيم عند منتصف المسافة هو (ت) والطول لإسمى للجنزير (ل) فإن الخطأ في الجنزير الواحد = $\frac{ل^3}{٨ت} - \frac{ل^3}{٣٢ت} - \dots$

حيث ت = مقدار الترقيم الحادث في منتصف الشريط أو الجنزير والحد الثاني في الطرف الأيسر غالباً صغير جداً ويمكن إهماله على ذلك يكون الطول الحقيقي للشريط أو الجنزير

$$ل = \frac{ل^3}{٨ت} - \frac{ل^3}{٣٢ت}$$

رابعاً: الخطأ الناشئ عن القياس على أرض منتظمة الإنحدار عند قياس المسافات على أرض منحدره فأننا نقيس المسافة المائلة (ل) وتحسب المسافة الأفقية (ف) حسب الحالات الآتية:

أ- بمعرفة زاوية ميل الأرض على الأفقى (هـ).



المسافة الأفقية (ف) = ل جتا هـ

وهناك معادلة تقريبية لحساب المسافة الأفقية

$$ف = ل - ٠,٠٠٠١٥ ل هـ^٢$$

حيث: هـ زاوية الميل بالدرجات

ب- بمعرفة معدل الإنحدار:

معدل الإنحدار هو النسبة بين البعد الرأسى والمسافة الأفقية

(١ : ن أو ١ رأسى : ن أفقى) وتحسب المسافة الأفقية من العلاقة التالية:

$$المسافة الأفقية (ف) = ل - \frac{ل^2}{٢ن}$$

وتستخدم هذه العلاقة فقط إذا كانت قيمة ن لا تقل عن ٥

ج- بمعرفة البعد الرأسى بين طرفى الخط المائل (ع)

وتحسب المسافة الأفقية من العلاقة

$$المسافة الأفقية = ل - \frac{ع^2}{٢ل} - \frac{ع^4}{٨ل^٣}$$

حيث: ل: الطول المقاس
ع: البعد الرأسى بين طرفى الخط المائل

فإذا كانت نسبة ع : ل لايتعدى ١ : ٤ فإن المعادلة السابقة تعطى خطأ نسبى ١ : ٢٠.٠٠٠

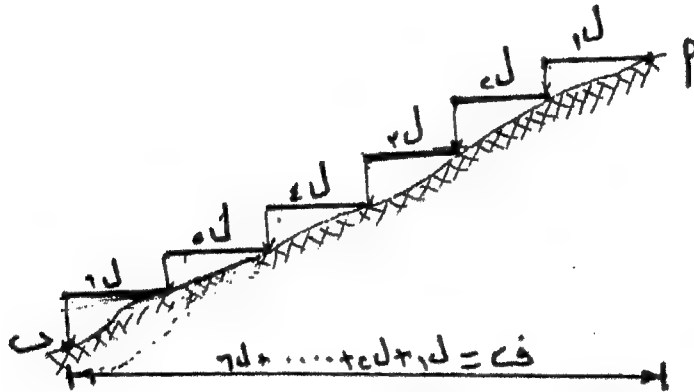
خامساً: فى حالة القياس على أرض غير منتظمة الإحداد تستخدم فى القياس قامة من الخشب بطول ٥ متر ومعها ميزان تسوية وخطب شاغول ويوضح شكل (٦-١) وتكون المسافة الأفقية فى هذه الحالة هى مجموع عدد مرات (طرحات) مضروبة فى ٥ متر.

عند إستخدام الشريط أو الجنزير لإيجاد مساحة معينة يمكن تصحيح المساحة المقاسة باستعمال الشريط أو الجنزير كما يلى.

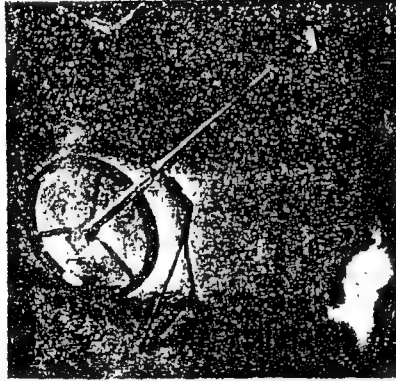
$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \left(\frac{\text{طول الشريط أو الجنزير الحقيقى}}{\text{طول الشريط الأسمى}} \right)^2$$

١-٤-٤ - قياس المسافات بالعجلة ذات العداد Measuring wheel

وهى عبارة عن عجلة صغيرة مزودة بعداد يبين المسافة التى تقطعها العجلة. ولها ذراع لدفعها إلى الأمام (شكل ٧-١) ولا تغطى العدادات نتائج دقيقة إلا أن نتائجها فى بعض الأعمال مقبولة خاصة فى الأعمال المبدئية.



شكل (٦-١): قياس المسافة الأفقية على أرض غير منتظمة الإحداد



شكل (١-٧): العجلة ذات العداد لقياس المسافات

أمثلة محلولة

مثال ١:

قيست مسافة بجنزير غير مضبوط فوجد أن طولها = ١٤٠٠ متر
فإذا علم أن طول الجنزير المستعمل هو ١٩,٨٥ متر، أوجد الطول الحقيقي
للخط

الحل

$$\frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{\text{طول الجنزير الأسمى}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول المقاس للخط}}$$

$$\text{الطول الحقيقي للخط} = \frac{١٩,٨٥}{٢٠} \times ١٤٠٠ = ١٣٨٩,٥ \text{ متر}$$

مثال ٢:

قيست مسافة بجنزير فوجد أن طولها = ١٢٢٠ متر ثم اتضح بعد
ذلك أن الجنزير الذي أستخدم في القياس غير مضبوط فأعيد قياسها بجنزير
آخر مضبوط فوجد أن طولها الصحيح ١٢١٣,٩ متراً - أوجد مقدار الخطأ
وأشارته في الجنزير الأول.

الحل

$$\frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{\text{طول الجنزير الأسمى}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول المقاس للخط}}$$

$$\frac{\text{طول الجنزير الحقيقي}}{٢٠} = \frac{١٢١٣,٩}{١٢٢٠}$$

طول الجنزير الحقيقي = ١٩,٩٠ متر

حل آخر:

الخطأ في طول المسافة = ١٢٢٠ - ١٢١٣,٩ = ٦,١ (بالسالب)

عدد الطرحات = $\frac{١٢٢٠}{٢٠} = ٦١$ طرحة

الخطأ في طول الجنزير = $\frac{٦,١}{٦١} = ٠,١٠$ (بالسالب)

الطول الفعلي للجنزير الأول = ٢٠,٠٠ - ٠,١٠ = ١٩,٩٠ مترا

مثال ٣:

قيس خط على المائل فكان ٣٠ مترا وكانت المسافة الرأسية بين طرفي الخط المائل ٤ مترا ماهي المسافة الأفقية لهذا الخط؟

الحل

$$\frac{\text{المسافة الرأسية}^2}{\text{ضعف المسافة المائلة}} = \text{المسافة المائلة} - \text{المسافة الأفقية}^2$$

$$\therefore \text{ف} = \text{ل} - \frac{\text{ع}^2}{\text{ل}^2} \text{ وذلك بإستعمال الحد الأول من معامل التصحيح فقط}$$

$$\therefore \text{ف} = ٣٠ - \frac{١٦}{٣٠ \times ٢} = ٢٩,٧٣٣٣ \text{ مترا}$$

مثال ٤ :

قيست مسافة أفقية بجنزير فكانت ١٢٠ مترا واتضح أن هناك ترخيم عند منتصف الجنزير في كل طرحة مقداره ٣٠ سم فما هي المسافة الأفقية الحقيقية.

الحل

$$\text{الخطأ في الجنزير الواحد} = \frac{\text{ت}^2}{\text{ل}^3} = \frac{٣٠ \times ٣٠ \times ٨}{١٠٠ \times ٢٠ \times ٣} = ١,٢ \text{ سم}$$

$$\begin{aligned} \text{عدد الطرحات} &= \frac{120}{20} = 6 \text{ طرحة} \\ \text{الخط الكلي} &= 1,2 \times 6 = 7,2 \text{ سم} \\ \text{المسافة الأفقية} &= 120 - 0,072 = 119,928 \text{ مترا} \end{aligned}$$

مثال ٥:

قيست مساحة قطعة أرض وذلك بقياس أبعادها بالجنزير فكانت
 ١٢ س ١٧ ق ٣ وكان الجنزير المستعمل ينقص عقلة عن طوله الحقيقي - ما هي
 المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار

الحل

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \frac{(\text{طول الجنزير الحقيقي})^2}{(\text{طول الجنزير الأسمى})^2}$$

$$\text{المساحة المقاسة} = 12 \text{ س } 17 \text{ ق } 3 = 3,73 \text{ فدان}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة المقاسة} \left(\frac{19,80}{20,00} \right)^2$$

$$\therefore \text{المساحة الحقيقية} = 3,73 \times 0,9801 = 3,656 \text{ فدان}$$

وحيث أن الهكتار = 2,38 فدان

$$\therefore \text{المساحة الحقيقية} = \frac{3,656}{2,38} = 1,54 \text{ هكتار}$$

مثال ٦:

إذا كان مع الخلفى ٨ شوك وكان قراءة الجنزير الأخيرة ٥٥ عقلة
 وسبق تدوين ٢٠ طرحة فما هو طول هذا الخط. بفرض أن طول الجنزير
 الحقيقي ٢٠,٠٠٠ متر.

الحل

$$\text{طول الخط المقاس} = (20 + 8) + \frac{20 \times 55}{100}$$

$$= 560 + 11 = 571 \text{ مترا}$$

مثال ٧:

قسمت مسافة بشریط طوله ٢٠ متراً فوجدت ١٥٠ متر وعند معايرة الشريط وجد أن به انكماش مقداره ٢٠ سم. ما هو الطول الحقيقي لهذه المسافة؟

الحل

$$\frac{\text{طول الشريط الأسمى}}{\text{طول الشريط الحقيقي}} = \frac{\text{طول الخط المقاس}}{\text{طول الخط الحقيقي}}$$

$$\frac{20}{19.80} = \frac{150}{\text{طول الخط المقاس الحقيقي}}$$

$$\therefore \text{طول الخط المقاس الحقيقي} = \frac{19.80 \times 150}{20} = 148.5 \text{ متر}$$

مثال ٨:

عند قياس مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وجدت ٢٠٠ متر وعند معايرة الجنزير المستعمل وجد أن به تمدد يعادل نصف عقلة. فما هو الطول الحقيقي لهذه المسافة.

الحل

$$\frac{\text{طول الجنزير الأسمى}}{\text{طول الجنزير الحقيقي}} = \frac{\text{طول الخط المقاس الأسمى}}{\text{طول الخط المقاس الحقيقي}}$$

$$\frac{20}{20.10} = \frac{200}{\text{طول الخط المقاس الحقيقي}}$$

$$\therefore \text{طول الخط المقاس الحقيقي} = \frac{(20.10) 200}{20} = 201 \text{ متر}$$

مثال ٩:

قطعة أرض مربعة الشكل قيس طول ضلعها بشریط صلب طوله الأسمى ٢٠ متر فوجد ١٠٠ متر وعند التحقيق من الشريط وجد أن به انكماش مقداره ١٠ سنتيمترات. ما هي المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالفدان والقيراط والسهم.

الحل :

$$\frac{\text{طول الشريط الأسمى}}{\text{طول الشريط الحقيقي}} = \frac{\text{طول الخط المقياس الأسمى}}{\text{طول الخط المقياس الحقيقي}}$$

$$\begin{aligned} \text{طول الخط المقياس الحقيقي} &= \frac{19,90 (100)}{20} = 99,5 \text{ متر} \\ \text{المساحة الحقيقية} &= 99,5 (99,5) = 9900,25 \text{ متر مربع} \\ &= \frac{9900,25}{4200,83} = 2,356 \text{ فدان} \\ &= 0,356 \text{ فدان} \quad 8,544 \times 24 = 204,96 \text{ قيراط} \\ &= 0,544 \text{ قيراط} \quad 13,056 \times 24 = 313,344 \text{ سهم} \\ \text{المساحة الحقيقية} &= \frac{13,056 \text{ س}}{2} \times \frac{8 \text{ ط}}{2} \text{ ف} \end{aligned}$$

مثال ١٠ :

عند قياس طول معين بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وجد أن طوله ٦ طرحات (شوك) بالإضافة إلى جزء أقل من جنزير كامل طوله ١٥ متر وبالتأكد من الجنزير المستعمل وجد أنه ينقص عقلة بين المتر السادس عشر والمتر الثامن عشر فما هو الطول الحقيقي؟

الحل

معنى أن الجنزير ينقص عقلة بين المتر السادس عشر والثامن عشر هو أن الطول ١٥ متر هو طول حقيقي وأن المراد تصحيح ٦ طرحات فقط. \therefore الطول الحقيقي لـ ٦ طرحات فقط هو $19,80 \times 6 = 118,80$ بالإضافة إلى ١٥ متر والتي ليس فيها خطأ. \therefore الطول الحقيقي للخط $= 118,80 + 15 = 133,80$ متر

مثال ١١ :

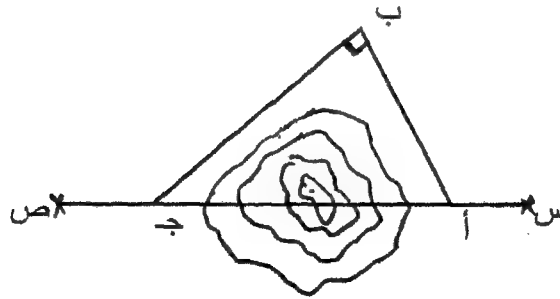
قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ قيست مساحتها من الخريطة وجدت ٤٠٠ سم^٢ فإذا كانت الخريطة بها انكماش مقداره ١٪ ما هي المساحة الحقيقية على الطبيعة.

الحل :

من مقياس الرسم نجد أن كل اسم على الخريطة يمثل ١٠٠٠ اسم أو ١٠ متر طبيعية. اسم^٢ على الخريطة يمثل (١٠٠٠) سم^٢ أو ١٠٠ متر مربع على الطبيعة.

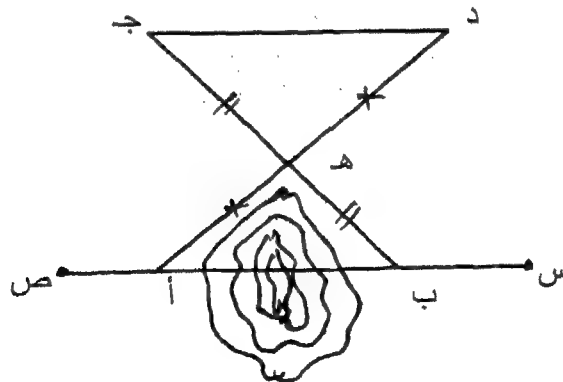
المساحة الأسمية المقاسة من الخريطة ٤٠٠ سم^٢
 المساحة الأسمية على الطبيعة = ٤٠٠ (١٠٠) = ٤٠٠٠٠ متر^٢.
 لما كان الاتكماش مقدره ١٪ وهذا معناه أنه لو كان لدينا خط طوله الأسمى
 ١٠٠ متر وقد حدث له انكماش بمقدار متر يصبح طوله الحقيقي ١٠١ متر.

كما يمكن تكوين مثلث قائم الزاوية كما فى شكل (٩-١) بأن تعيين النقطة ب ويقام عندها زاوية قائمة يقطع كل من ساقيهما الخط س ص فى النقطتين أ وج. وبقياس الساقين أ ب و ب ج يمكن حساب طول الوتر أ ج فى المثلث القائم أ ب ج بتطبيق قانون فيثاغورث.

$$أ ب^2 + ب ج^2 = أ ج^2$$


شكل (٩-١): الدوران حول العائق بتكوين مثلث قائم

كما يمكن إيجاد المسافة بين المطلوبة بجعلها أحد أضلاع مثلث ثم إقامة مثلث آخر مشابه له (شكل ١٠-١). فإذا كان المطلوب إيجاد المسافة أ ب فإننا نحدد النقطة هـ ونوصلها بالنقطة أ ونمد أ هـ على إستقامته إلى د بحيث يكون أ هـ = هـ د. ثم نمد الخط ب هـ على إستقامته إلى نقطة جـ بحيث يكون ب هـ = هـ جـ وبذلك نكون قد كونا مثلثان متشابهان فيهما أ ب = جـ د. ويمكن ملاحظة أنه ليس من الضروري إختيار المسافة هـ جـ مساوية للمسافة هـ ب والمسافة هـ د مساوية للمسافة أ هـ بل يمكن إختيارهما بنسبة معينة كأن يختار هـ د = نصف أ هـ ويختار هـ جـ = نصف ب هـ، فينتج أن أ ب يساوى ضعف جـ د.



شكل (١٠-١):

ب- إذا كان العائق لا يمكن الدوران حوله:

ومثال ذلك القياس فى مناطق بها مجارى مائية مثل الأنهار والوديان
ففى الحالة المبينة بالشكل (١١-١) المطلوب إيجاد المسافة أ ب نمد على
إستقامته الخط أ ب إلى النقطة ج ونقيم العمودان ب هـ ، ج د من النقطتان
ب ، ج وبذلك نشكل مثلثان متشابهان ومن تشابه المثلثين نجد أن:

$$\frac{أ ب}{ج د} = \frac{أ ج}{ب هـ}$$

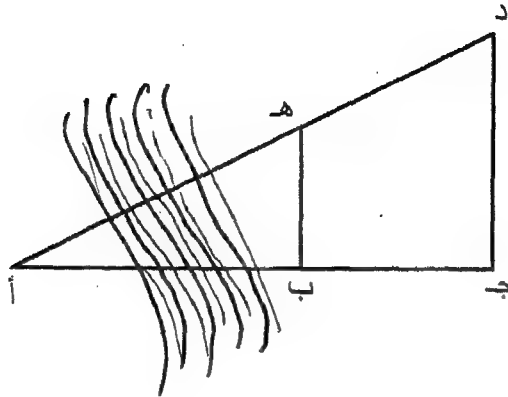
$$\frac{أ ب}{ب هـ} = \frac{أ ب + ب ج}{ج د}$$

$$(ب هـ) (أ ب) = (أ ب + ب ج) . (ج د)$$

$$(ب هـ) (أ ب) = (ب هـ) (ب ج) + (ب هـ) (ج د)$$

$$أ ب (ب هـ - ج د) = (ب هـ) (ب ج)$$

$$أ ب = \frac{ب هـ \times ب ج}{ب هـ - ج د}$$



شكل (١١-١)

أمثلة محلولة

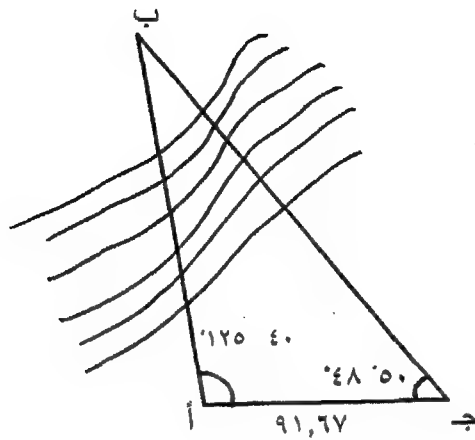
مثال ١: في شكل (١٢-١) المطلوب قياس المسافة بين النقطتين أ ، ب اللتان يفصل بينهما عائق فإذا كان الضلع أ ج = ٩١,٦٧ متر والزاوية ب أ ج = ٤٠° ١٢٥° والزاوية أ ج ب = ٥٠° ٤٨°.

الحل:

$$\text{الزاوية ب} = ١٨٠ - (٤٠^\circ ١٢٥^\circ + ٥٠^\circ ٤٨^\circ) = ٣٠^\circ ٥٠^\circ$$

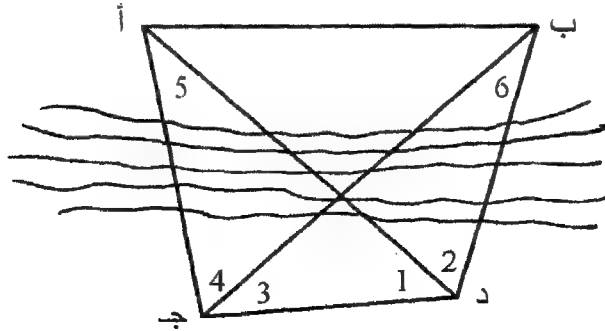
$$\therefore \frac{\text{أ ج}}{\text{ج ب}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{ج أ}}$$

$$\text{أ ب} = ٩١,٦٧ \times \frac{٤٠^\circ ١٢٥^\circ}{٣٠^\circ ٥٠^\circ} = ٧٢٠ \text{ مترا}$$



شكل (١٢-١)

مثال ٢: لتعيين المسافة أ ب كما هو مبين في شكل (١-١٣) حيث لا يمكن الوصول إليها قيست الزوايا ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ فكانت على التوالي $^{\circ}٤٧$ ، $^{\circ}٨٧$ ، $^{\circ}٣٤$ ، $^{\circ}٨٢$ كما قيس المسافة ج د فكانت ٥٠ متر. أوجد طول المسافة أ ب.



شكل (١-١٣)

الحل:

$$\text{الزاوية رقم } ٥ = ١٨٠ - (^{\circ}٨٢ + ^{\circ}٣٤ + ^{\circ}٤٧) = ١٧^{\circ}$$

$$\text{الزاوية رقم } ٦ = ١٨٠ - (^{\circ}٨٧ + ^{\circ}٤٧ + ^{\circ}٣٤) = ١٢^{\circ}$$

في المثلث أ ج د

$$\frac{\text{أ د}}{\text{جا } (٤ + ٣)} = \frac{\text{د ج}}{\text{جا } (٥)} = \frac{\text{أ ج}}{\text{جا } (١)}$$

$$\therefore \text{أ ج} = ٥٠ \times \frac{\text{جا } ٤٧}{\text{جا } ١٧} = ١٢٣,٠٢ \text{ متر} \quad \& \quad \text{أ د} = ٥٠ \times \frac{\text{جا } ١١٦}{\text{جا } ١٧} = ١٢٣,٠٢$$

بالمثل في المثلث ب ج د

$$\frac{\text{ب د}}{\text{جا } (٣)} = \frac{\text{د ج}}{\text{جا } (٦)}$$

$$\text{ب د} = ٥٠ \times \frac{\text{جا } ١٣٤}{\text{جا } ١٢} = ١٧٢,٩٩ \text{ متر}$$

في المثلث أ ب د $ا = ١٧٢,٩٩$ متر ب $ب = ١٢٣,٠٢$ متر
راوية د $= ٨٧$

$$أ ب = ب د + د ا - ٢ ب د \quad (٢)$$

$$د = ٢ + ٢ - ٢ أ ب جتا د$$

$$٨٧ = ٢ + ٢ - ٢ (١٢٣,٠٢) + ٢ (١٧٢,٩٩) =$$

$$\therefore أ ب = د = ٢٣٣,٢١ \text{ متر}$$

١-٥- رفع الأراضي والمناطق

تعتبر المساحة بالجزير أو الشريط عملية رفع تتحصر في قياس مسافات طولية بين نقط مختلفة وهذه العملية تعتبر من أبسط طرق الرفع وأرخصها وأقلها دقة ولكي يتم عمل خريطة مساحية نبدأ بتحديد عدة نقاط ثابتة في الطبيعة. وقد تسمى عملية رفع الأرض بمسح الأرض، والغرض منها تحديد حدود وتفاصيل المعالم الموجودة في المنطقة، سواء كانت هذه المعالم طبيعية أو صناعية، ورسمها على خريطة بمقياس رسم مناسب، ويدون مهندس الموقع كل هذه البيانات في نوتة تعرف باسم نوتة الغيط ولرفع قطعة أرض من الطبيعة تتبع الخطوات الآتية:

أ- عملية الاستكشاف:

وهي عملية معاينة على الطبيعة للأرض المراد رفعها لمعرفة حدودها وشكلها وما تحتويه من منشآت وطرق ومجاري مائية تخترقها ثم رسم كروكي للمنطقة في دفتر الغيط تبين عليه جميع التفاصيل المختلفة

ب- اختيار أماكن النقاط الأساسية للمضلع:

يتم اختيار عدة نقاط على الأرض لتكون مع بعضها المضلع الرئيسي للعمل (شكل ١-١٤) ثم تبدأ بتثبيت هذه النقاط بدق وتد في كل منها بحيث لا يزيد الجزء الظاهر من التد عن ٢ سم، وتعطى لكل نقطة رقم أو حرف وتظل التسمية ثابتة طول فترة العمل في المشروع. وتعتبر هذه النقاط بداية ونهاية خطوط الجزير ويجب مراعاة ما يلي عند اختيار تلك النقاط.

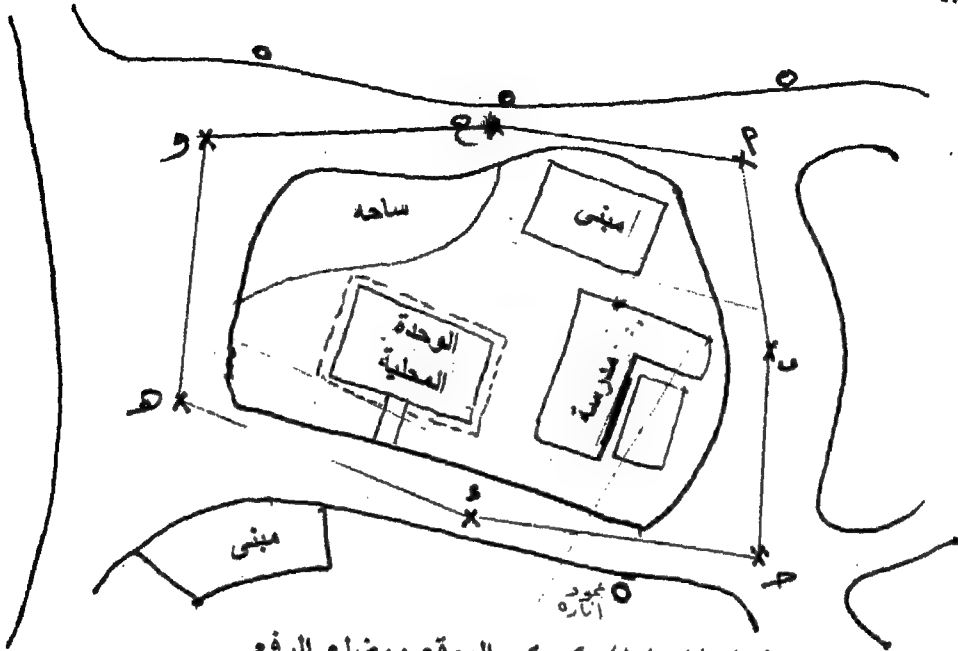
- بعد النقاط عن حركة المرور حتى لا تكون الأوتاد عائق لحركة المرور ونتأكد من عدم ضياعها.

الباب الأول (المساحة بالجنزير)

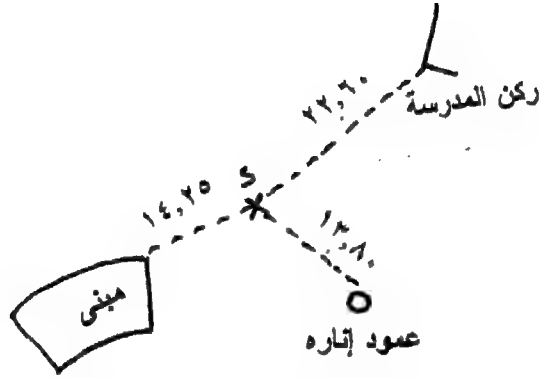
- إمكان رؤية نقطتين على الأقل من كل نقطة (ويفضل النقطتين المتجاورتين) والتأكد من عدم وجود أى عائق يعوق عملية القياس بين هذه النقط.
- أن تكون الخطوط الواصلة بين النقط (خطوط الجنزير) قريبة ما أمكن من حدود الأرض.
- أن تكون النقط فى مواضع ظاهرة يسهل الاستدلال عليها.
- يجب أن تمر الخطوط بالقرب من المواقع الهامة التى يراد تعيينها.

ج- عمل كروكى للنقط:

بعد تحديد نقط رؤوس المضلع السابق بالأوتاد وترقيمها برسم لكل نقطة من هذه النقطة كروكى فى دفتر الخيط يوضح المنطقة التى يوجد بها الوتد. ويحدد موضع هذا الوتد بقياس بعده عن نقطتين ثابتتين على الأقل مثل ركن مبنى أو عمود نور الخ. ويفضل أن يقاس بعده عن ثلاثة نقط ثابتة وفى اتجاهات مختلفة (شكل ١-١٥). وفائدة عمل كروكى للنقطة هى الرجوع إليها عند فقد الوتد أو العلامة من الأرض لأى سبب.



شكل (١-١٤): كروكى الموقع ومضلع الرفع



شكل (١-١٥): كروكي النقطة د

د- قياس أطوال المضلع

نبدأ في قياس أطوال الأضلاع للمضلع بإستعمال الجنزير أو الشريط الصلب بحيث أن تكون خطوط مستقيمة بالاستعانة بعملية التوجيه . وللتأكد من صحة القياس يقاس الخط مرتين ذهاباً وإياباً وفي كل مرة تتم عملية التوجيه والتحديد للخط المستقيم من جديد. وفي حالة وجود فرق في القياس مسموح به يؤخذ المتوسط الحسابي للقياس.

هـ- قياس أطوال خطوط التحقيق:

للتأكد من دقة الرسم على الخريطة والقياس على الطبيعة. نختار بعض الخطوط للتحقيق من دقة العمل وذلك بقياس أطوال هذه الخطوط على الطبيعة ونقارنها بنظائرها على الرسم فإذا تساوت كان العمل صحيحاً وإلا فيعاد القياس.

و- تحشية خطوط المضلع:

يقصد بها تحشية الخطوط الرئيسية للمضلع لتعيين حدود الأرض ومواقع المباني القريبة وكل التفاصيل التي توجد بالنسبة لهذه الخطوط ويتم ذلك بفرد الجنزير على أحد أضلاع المضلع السابق تحديد نقطة في الطبيعة ثم نسقط أعمدة من نقط التغير أو أركان المنشآت على خط الجنزير مع قياس أطوال هذه الأعمدة بإستخدام الشريط. وتمثل أطوال الأعمدة الأحداثيات الرأسية كما تؤخذ الأحداثيات الأفقية على الجنزير والذي يبدأ تدريجه من إحدى نهايتي الخط حيث يمثل الجنزير المحور الأفقي.

١-٦- تحشية الخطوط:

١-٦-١- التحشية باستخدام الشريط:

تستخدم هذه الطريقة إذا كانت الدقة غير مطلوبة وبشرط أن تكون أطوال الأعمدة قصيرة وتتخلص عملية التحشية في إسقاط وإقامة أعمدة.

أولاً: طرق إسقاط الأعمدة بالشريط والجنزير

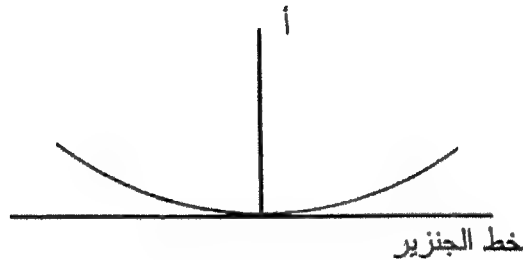
أ- طريقة أقصر بعد:

نضع طرف الشريط عن النقطة المراد إسقاط عمود منها (أ) كما في شكل (١٦-١) ثم نحرك الطرف الثانى للشريط على الجنزير الممدود على الأرض فى اتجاه أحد خطوط المضلع. ونراقب قراءة الشريط مع شده جيداً فيكون موضع أقل قراءة على الشريط (ب) هى مكان العمود الساقط من نقطة (أ)، سجل قراءة الشريط عند هذا الوضع فتكون هى طول العمود الساقط من (أ).

طول العمود أ ب الأحداثى الرأسى = متر

سجل قراءة الجنزير عن نقطة تقاطعه مع الشريط فتكون المسافة من بداية الخط.

قراءة الجنزير "الأحداثى الأفقى" = متر



شكل (١٦-١)

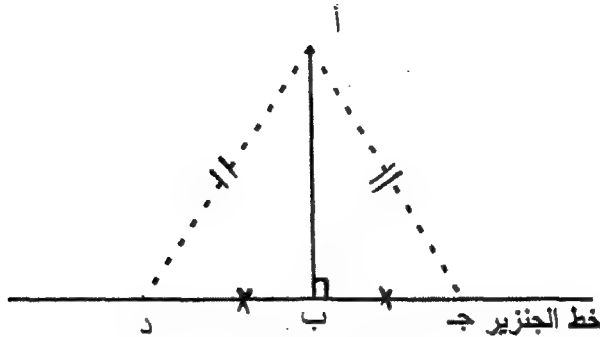
ب- طريقة إنشاء مثلث متساوى الساقين:

نضع طرف الشريط عند النقطة المراد إسقاط عمود منها (أ) كما فى شكل (١٧-١) ثم نأخذ طولاً مناسباً من الشريط يقطع امتداد الجنزير فى نقطة (جـ) ونحدد مكانها وبنفس الطول من الشريط - نقطع الجنزير فى نقطة (د) من الجهة الأخرى ونحدد مكانها، نقيس المساحة جـ د ونضع علامة فى منتصفها ولتكن ب فيكون أ ب هو العمود الساقط من (أ) على خط الجنزير.

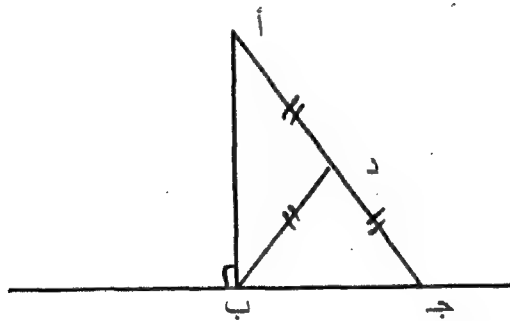
$$\begin{aligned} \text{طول العمود} &= \text{متر} \\ \text{قراءة الجنزير} &= \text{متر} \end{aligned}$$

ج- طريقة إقامة مثلث قائم الزاوية:

نمد الشريط من نقطة (أ) المراد إسقاط عمود منها كما فى شكل (١٨-١) الى أن يقطع امتداد الجنزير فى نقطة مثل (جـ)، نضع علامة فى منتصف المسافة أ جـ ولتكن نقطة (د) وبطول الجزء د جـ من الشريط نقطع امتداد الجنزير من الجهة الأخرى فى نقطة ب، فيكون أ ب هو العمود المطلوب إسقاطه من (أ) على الجنزير.



شكل (١٧-١)



شكل (١٨-١)

وأثناء إسقاط الأعمدة من نقط تغير التفاصيل الموجودة بالمنطقة تقابلنا عدة حالات نذكر منها:

١- إذا كانت حدود التفاصيل منكسرة:

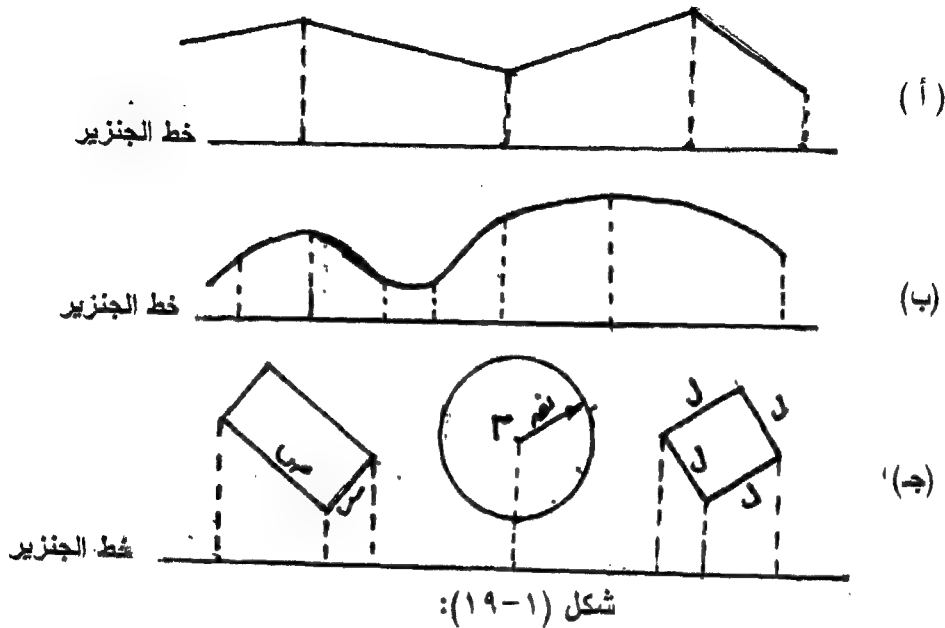
نسقط أعمدة من رؤوس الخط المنكسر على خط الجنزير مع قياس أطوالها باستخدام الشريط وتمثل هذه الأبعاد الأحداثيات الرأسية، أما الأحداثيات الأفقية فهي المسافة بين مسقط العمود ونقطة (أ) كما في شكل (١٩-١) وبذلك يمكن تحديد أى نقطة بواسطة أحداثيات عمودية ثابتة.

٢- إذا كان حدود التفاصيل ذات إنحناء منتظم:

نفرض عدة نقط على خط الجنزير ونفضل أن تكون على أبعاد متساوية ونقيم منها أعمدة بالطرق السابق شرحها ثم نمد هذه الأعمدة الى أن تقابل حدود تفاصيل المنطقة. تقاس أطوال هذه الأعمدة كما تقاس الأحداثيات الأفقية المناظرة لها على الجنزير كما في شكل (١٩-١ب).

٣- إذا كانت حدود التفاصيل ذات أشكال منتظمة:

إذا كان الشكل مستديرا يعين موقع مركز الدائرة بالنسبة لخط الجنزير ونقيس نصف قطرها. وإذا الشكل مستطيلا فنعين موقع أقرب ضلع له ونقيس أطوال باقى الأضلاع، أما في حالة الشكل المربع فنعين موقع ضلع واحد فقط ونقيس طول ضلع المربع وذلك يمكن تعيينه (شكل ١٩-١ج).



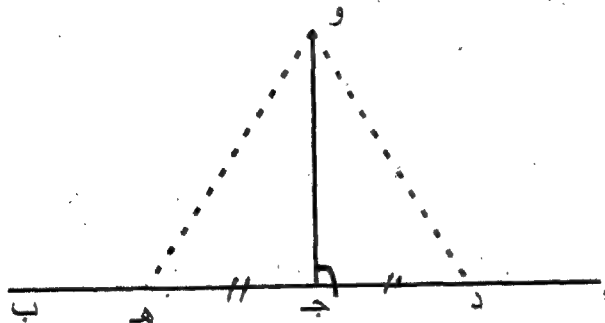
ثانياً: طرق إقامة الأعمدة بالشريط والجنزير:

قد يتطلب الأمر إقامة أعمدة من أى نقطة من خط الجنزير فهنا طريقتين لإقامة أعمدة:

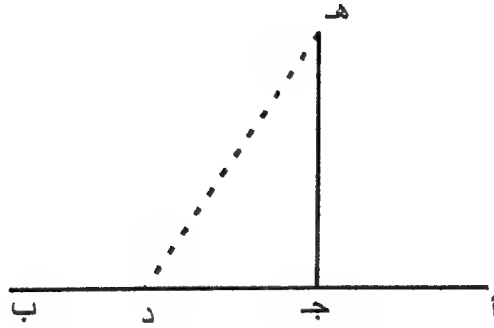
أ- تطبيقاً لنظرية (العمود الساقط من رأس المثلث المتساوى الساقين ينصف القاعدة). وبفرض أن أب خط مستقيم شكل (١-٢٠) يراد إقامة عمود عليه من النقطة ج، يتم توقيع نقطتين مثل د ، هـ على الخط المستقيم أب بحيث أن:

د ج = هـ ج = ٥ متر ثم يثبت طرف الشريط من بدايته فى النقطة د ومن نهايته فى النقطة هـ ثم يجذب من منتصفه تماماً أمام الخط أب ويتم تحديد نقطة مثل و. هذه النقطة و تحدد موضع العمود على الخط أب عند النقطة ج.

(ب) تطبيقاً لنظرية فيثاغورث (المربع المنشأ على الوتر فى المثلث القائم الزاوية يساوى مجموع المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين) وبالتالي يكون فى المثلث الذى نسب أضلاعه ٣ : ٤ : ٥ (الآخرين) وبالتالى يكون فى النقطة المقابلة للضلع الذى طوله ٥ متر، ولذلك نحدد طول ج د ٣ متر على الخط المستقيم أب ثم نثبت طرف الشريط عند النقطة د وعلى بعد ٩ متر من الشريط يحدد عند النقطة ج ثم نأخذ طول ٤ متر من ج من الشريط يحدد عند النقطة هـ شكل (١-٢١) فيكون المتبقى هو ٥ متر وبذلك نكون قد حددنا العمود على الخط أب عند النقطة ج.



شكل (١-٢٠)



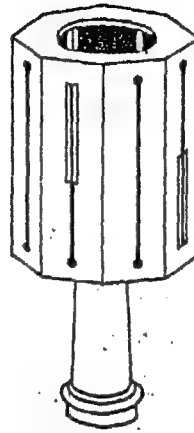
شكل (٢١-١)

٢-٦-١ التحشية باستخدام المثلث المساح

يتكون المثلث المساح المنشوري (ذو الثمانية أوجه) من منشور نحاس أجوف ذو ثمانية أوجه كما في شكل (٢٢-١) ويوجد شرخ طولى ضيق في وسط أربعة أوجه من أوجهه المتبادلة كما يوجد بالأربعة أوجه المتبادلة الأخرى شرخ ضوئي ضيق بأعلاه أو بأسفله شباك بمنصفه شعره على امتداد الشرخ بحيث أن كل شرخ يقابله شباك في الوجه المقابل، والمستوى الرأسى المار بأى شرخ وشعرة متقابلتين عمودى على المستوى الرأسى المار بالشرخ والشعرة المتقابلتين الأخریین وتتمر هذه المستويات بمركز الجهاز الذى يثبت فى حامل المثلث ذو الثلاث شعب، ويستمد المثلث المساح فى الأعمال الآتية:

أ- توقيع الخطوط المستقيمة فى الطبيعة ومدھا:

يثبت المثلث المساح رأسياً فى نقطة (أ) كما فى شكل (٢٣-١) ويثبت شاخص فى نقطة (ب) ثم ينظر الراصد من شرخين متقابلين ويدير المثلث حتى يرصد الشاخص فى نقطة (ب) على امتداد خط النظر ثم يأمر شخصاً يحمل شاخصاً ثالثاً (ج) بأن يتحرك يمينا ويسارا على الاتجاه أب حتى يرصده وبذلك يقع الشاخص (ج) على الاتجاه أب وبنفس الطريقة يمكن توقيع عدة نقط على الاتجاه أب مثل نقطة (د). كما يمكن توقيع نقطة أخرى على امتداد الاتجاه أب.

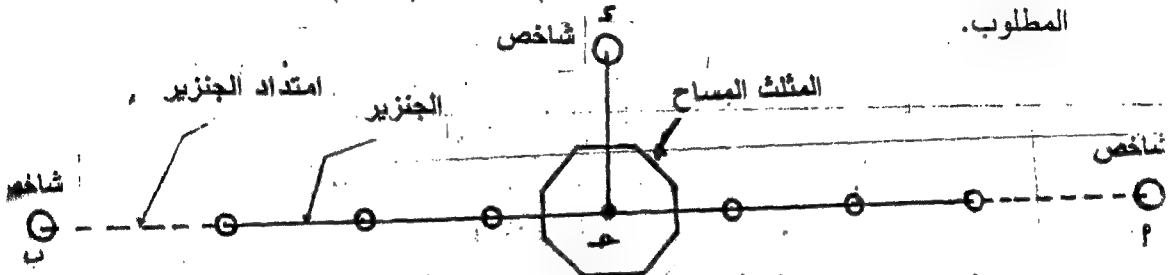


شكل (٢٢-١)
المثلث المساح
ذو الثمانية أوجه



شكل (٢٣-١): توقيع الخطوط المستقيمة في الطبيعة

ب- إقامة عمود من نقطة ما على امتداد الجنزير:
نثبت المثلث المساح رأسياً في نقطة (ج) مثلاً الواقعة على امتداد الجنزير المفرد على الخط أب كما في شكل (٢٤-١) ونرصد الشاخصين الموجودين في نهايتي الخط عند أ، ب وذلك بالنظر من خلال شرخين متقابلين. نحفظ بالمثلث في هذا الوضع وينظر الراصد من الشرخين المتعامدين على اتجاه الشرخين السابقين ناحية الجهة المطلوب إقامة العمود منها ويأمر شخصاً بتثبيت شاخصاً في (د) فيكون (ج-د) هو العمود المطلوب.

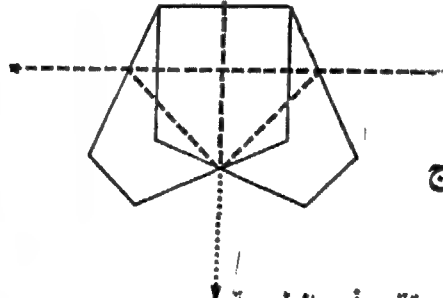


شكل (٢٤-١): إقامة عمود من نقطة ما على امتداد الجنزير

١-٦-٣- التحشية باستخدام المنشور المرئي المزدوج

المنشور المرئي المزدوج (المثلث ذو المنشورين) عبارة عن منشورين خماسيين مركبان فوق بعضهما أحدهما يتجه سطحه العاكس الأول الى بداية الخط عند (أ) بينما يتجه سطح المنشور العاكس الثاني الى نهاية الخط عند

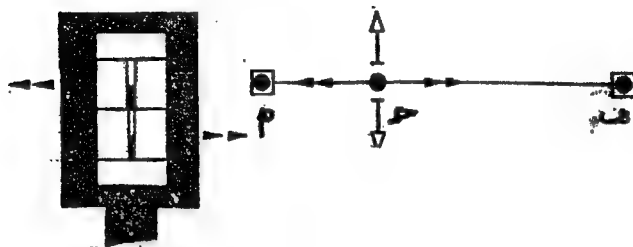
(ب) وبذلك يمكن توجيه أى خط على استقامة الخط أ ب علاوة على توقيع الأعمدة مع التأكد من اتجاه الخط الأصلي أثناء إقامة العمود (شكل ٢٥-١).
ويستخدم المنشور المرئى المزدوج فى الأعمال الآتية:



شكل (١-٢٥)
المنشور المرئى المزدوج

أ- توجيه خط مستقيم فى الطبيعة.

نقف بالمنشور بعد تثبيته على عموده المعدنى عند أى نقطة على الخط أ ب وندير المنشور حتى تظهر صورة كلا الشاخصين المحددين لنهايتى الخط أمام الراصد ثم نتحرك بحامل للأمام أو للخلف حتى تقع هاتان الصورتان على استقامة واحدة كما يوضح شكل (١-٢٦). نغرس العمود المعدنى رأسياً فى الأرض وبذلك نحدد نقطة واقعة على الخط أ ب. نأمر شخصاً آخر يحمل شاخص بالتحرك عند أى نقطة أخرى مطلوب تحديدها على الخط حتى تظهر صورة الشاخص الجديد منطبقاً تماماً على صورة الشاخصين السابقين ثم نأمره بغيرس الشاخصين. نكرر العملية باستعمال عدة شواخص فى النقط المطلوبة مع عدم تحريك المنشور فى مكانه.



شكل (١-٢٦): توجيه خط مستقيم فى الطبيعة

ب- إقامة عمود من نقطة ما على امتداد الجنزير:

نحدد النقطة (ج) مثلاً على اتجاه الخط أ ب والذى يمثلها الجنزير بالطريقة السابقة ثم نأمر شخصاً معه شاخص بالتحرك فى اتجاه العمود المطلوب حتى نرى الصورة المعكوسة للشاخصين أ ، ب المحددين لنهايتى

الخط على إستقامة هذا الشاخص الذى نرصده من فتحة بالمنشور. نغرس الشاخص فى هذا المكان فيعطى موقع العمود المقام على أمتداد الجنزير كما يوضح شكل (٢٧-١).

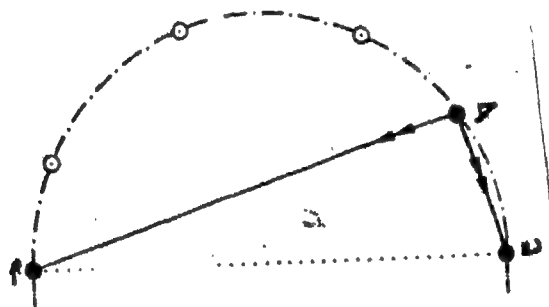


شكل (٢٧-١): إقامة عمود من نقطة ما على أمتداد الجنزير

ج- إسقاط عمود من نقطة خارجة على أمتداد الجنزير:
نثبت شاخص عند النقطة المطلوب إسقاط عمود منها ثم نتحرك بالمنشور المثبت على عموده المعدنى فى إتجاه الخط أب بحيث نرى صورتى الشاخصين المثبتين عند أ ، ب حتى تقع هاتين الصورتين على الشاخص المثبت فى النقطة المغلومة والذى نرصده من فتحة بالمنشور. نغرس العمود المعدنى فى الأرض عند هذا الوضع فيكون هو موقع العمود المطلوب إسقاطه.

د- توقيع الدوائر:

يستعمل المثلث المساح فى توقيع الدوائر كما يوضح شكل (٢٨-١) حيث يتم إقامة زوايا قائمة من نقاط معينة بين نقطتى محدودين أ و ب فتحدد هذه النقاط محيط الدائرة التى قطرها هو الخط أ ب.



شكل (٢٨-١): توقيع الدوائر

تمارين على الباب الأول

- (١) أوجد القيمة بالتقدير الدائري للزاوية 30° 24° 35°
- (٢) أوجد قيمة الزاوية بالتقدير الستيني إذا كانت قيمتها بالتقدير الدائري ط.
- (٣) أوجد قيمة الزاوية بالتقدير الستيني إذا كانت قيمتها بالتقدير الدائري $2,53^\circ$.
- (٤) اشرح مستعينا بالرسم كيف يمكنك توقيع زاوية قدرها 45° درجة باستعمال الشريط.
- (٥) اشرح مستعينا بالرسم كيف يمكنك توقيع زاوية قدرها 20° 51° باستعمال الشريط.
- (٦) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة الأفقية المقيسة تساوى $230,92$ مترا وزاوية الانحدار تساوى $11^\circ 4'$.
- (٧) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسة تساوى $2130,02$ مترا وزاوية الانحدار تساوى $55^\circ 3'$.
- (٨) قيست المسافة بين نقطتين على أرض منحدره فكانت $2020,20$ متر. فإذا كان الفرق في الارتفاع بين النقطتين $= 72,65$ مترا أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين $(2510,15)$.
- (٩) أوجد المسافة التي يجب توقيعها على أرض مائلة. زاوية الميلان تساوى $20^\circ 5'$ للحصول على مسافة قدرها 390 متر.
- (١٠) أوجد المسافة التي يجب توقيعها على أرض مائلة، بزاوية ميل $10^\circ 1'$ للحصول على مسافة قدرها 500 متر.
- (١١) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسة على أرض مائلة $= 625$ مترا وكانت زاوية الميلان $= 30^\circ 2'$.
- (١٢) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسة هي $149,92$ مترا والفرق بين النقطتين $= 14,77$ مترا.
- (١٣) أوجد المسافة الأفقية بين نقطتين إذا كانت المسافة المقيسة هي $541,32$ مترا والفرق بين النقطتين $26,77$ مترا.
- (١٤) أوجد المسافة بين نقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقيسة تساوى $114,21$ متر على أرض مائلة نسبة الميل فيها $= 19\%$.
- (١٥) أوجد المسافة بين نقطتين إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقاسة تساوى $714,21$ متر على أرض مائلة. نسبة الميل فيها $= 16\%$.

(١٦) إذا كانت المسافة بين النقطتين أ ، ب = ٩٠٩,٥٢ متر. وكانت النقطة أ تزيد في الارتفاع عن النقطة ب بمقدار ١٣,٢١ متر فأوجد المسافة الأفقية أ ب.

(١٧) إذا كانت المسافة المائلة تساوى ٢٢٢٠,١٠ متر وكانت زاوية الميل = ١,٥ درجة فما المسافة الأفقية.

(١٨) إذا كان المطلوب تثبيت نقطتين فى منطقة منحدره زاوية الميل فيها = ١٥° ٢٠° ١٣° بحيث تكون المسافة الأفقية بين النقطتين = ٥٠٠ متر فما هى المسافة المائلة التى يجب توقيعها مقربة إلى أقرب سنتيمتر.

(١٩) ما هى المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة بنسبة = ٨,٥ % حتى نحصل على مسافة أفقية قدرها ٥٠٠ متر؟

(٢٠) ما هى المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة بنسبة = ١٨,٥ % حتى نحصل على مسافة أفقية قدرها ٥٠٠ متر.

(٢١) المسافة بين نقطتين على أرض مائلة = ٥٢٨,٢١ متر والفرق فى الارتفاع بينهما يساوى ٤٢,٥ متر. أوجد المسافة الأفقية.

(٢٢) النقطة أ منخفضة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٢,٧٣ متر والنقطة ب مرتفعة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٧,٩٥ متر فإذا كانت المسافة المقاسة بينهما على سطح الأرض = ١٣٢٣,٧١ متر. فما هى المسافة الأفقية بين النقطتين؟

(٢٣) النقطة أ منخفضة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٥,٥٦ متر والنقطة ب مرتفعة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٩,٩٥ متر فإذا كانت المسافة المقاسة بينهما على سطح الأرض = ١٣٢٣,٧١ متر فما هى المسافة الأفقية بين النقطتين؟

(٢٤) أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر د كانت المسافة المقاسة تساوى ٦٢٠,٢٠ متر وزاوية الميل = ٤٢° ١١° ١٨°.

(٢٥) أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقاسة تساوى ٨٨٩,٣٩ متر على أرض بنسبة ميل = ٥ %.

(٢٦) إذا كان الطول الأسمى لشريط الصلب هو ٣٠ متر والطول الحقيقى = ٢٩,٩٧ متر والمسافة المقاسة بهذا الشريط هى ٣٠٠,٥٢ متر فما هى المسافة الحقيقية؟

(٢٧) إذا كان الطول الأسمى لشريط الصلب هو ٥٠ متر والطول الحقيقى = ٥٠,٠١ متر والمسافة المقاسة بهذا الشريط هى ٥٥٥,٥٢ متر فما هى المسافة الحقيقية؟

(٢٨) قيست المسافة أ ب بشريط ينقص ٤ سم عن طوله الأسمى فكانت ٣٢٥,٢٨ متر فإذا كانت المنطقة منحدره إنحدارا منتظما والنقطة أ مرتفعة عن النقطة ب بمقدار ١٦,٧٢ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب.

(٢٩) قيست المسافة أ ب بشريط ينقص ٣,٥ سم عن طوله الأسمى فكانت ٢٣٥,٩٨ متر، فإذا كانت المنطقة منحدره إنحدارا منتظما والنقطة أ مرتفعة عن النقطة ب بمقدار ١٩,١٢ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب.

(٣٠) إذا كان الطول الأسمى للشريط = ٣٠ متر والطول الحقيقي ٣٠,٠١ متر فما الخطأ في القياس؟

(٣١) إذا كانت المسافة المقاسة على أرض مائلة بين النقطتين أ ، ب هي ٥١٠,٧٦ متر وإرتفاع النقطة ب = ١٨,٣١ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين.

(٣٢) عند قياس مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر كان طولها ٧ شوك بالإضافة إلى جزء أقل من جنزير كامل طوله ١٤,٥ متر وبفحص الجنزير وجد أنه ينقص عقلة من المتر الثامن والعاشر. ما هو الطول الحقيقي لهذه المسافة؟

(٣٣) قيست مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وكان طولها أربع شوك بالإضافة إلى جزء من جنزير طوله ١٢,٤٥ متر وبفحص الجنزير وجد أنه ينقص عقلة بين المتر الثامن والعاشر. أوجد الطول الحقيقي للمسافة؟

(٣٤) لرفع منطقة استخدم الجنزير في القياس وحددت طول عبارة عن ٧ شوك، ٨ عقل، وجزء قدرته ١٠ سم بفحص هذا الجنزير وجدته ينقص عقلة بين المتر الرابع والسادس. ما طول الخط الصحيح لو قيست مساحة معينة اعتمادا على أرصاد هذا الجنزير فكانت ١٢٨ ط^٣ ما هي المساحة الفعلية إذا اعتبرت الخطا منتظم في الجنزير كله؟

(٣٥) المطلوب إيجاد المسافة بين نقطتين أ ، ب الانحدار بين النقطتين منتظم مما سمح بقياس المسافة على سطح المائل فكانت ١٨٥,٨٠ متر وكان منسوب نقطة (أ) ١٢,٤٠ متر، ومنسوب نقطة (ب) ١٤,٨٠ متر أوجد المسافة إذا كان الجنزير المستخدم في القياس به تمدد ١٪.

- (٣٦) قيس خط على المائل فكان ٣٠ مترا وكانت المسافة الرأسية بين طرفي الخط المائل ٤ مترا - ماهى المسافة الأفقية لهذا الخط؟
- (٣٧) لايجاد ارتفاع مبنى يصعب الوصول إلى قمته وضع شاخص طوله ٣ متر على بعد ٦ متر من المبنى ثم أخذت تتحرك بشاخص آخر طوله ٢ متر إلى الأمام والخلف حتى وجدت أن نهاية الشاخص الصغير تقع على استقامة نهاية المبنى ونهاية الشاخص الآخر وقيست بعد الشاخص الكبير عن الشاخص الصغير فوجدتها ٢ متر. فما هو ارتفاع المبنى.
- (٣٨) قيست مساحة قطعة أرض وذلك بقياس أبعادها بالجنزير فكانت ١٢ س ١٧ ط ٣ وكان الجنزير المستعمل ينقص ١٠ سم عن طوله الحقيقى. ماهى المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار إذا كان الطول الأسمى للجنزير ٢٠ متر.
- (٣٩) قطعة أرض مثلثة الشكل - قيست قاعدتها بجنزير طوله ٢٠,٤٠ مترا فكانت ٦٢٤ مترا - وقيس الارتفاع على المائل فكان ٣٦٣ مترا - بجنزير طوله ١٩,٥٠ مترا - فإذا كان ميل الأرض الطبيعية فى اتجاه ارتفاع المثلث ٨٪ وأن الجنزير الأسمى فى الحالتين هو ٢٠ مترا فأوجد المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار.
- (٤٠) قيست مسافة بشریط صلب طوله الأسمى ٢٠ متر ووجد أن طولها ٦ شوك بالإضافة إلى جزء أقل من شريط كامل طوله ١٨,٢٥ متر وبمعايرة الشريط وجد أن به استطالة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ١٠ سم فما هو الطول الحقيقى لهذه المسافة.
- (٤١) قيست مسافة بين نقطتين على سطح أرض ذات ميل منتظم وتنحدر إلى أسفل بنسبة ٦٪ فكانت ١٦٧,٥ متر. وعند معايرة الجنزير الذى استخدم فى القياس وجد أنه ينقص عقلة بين المتر العاشر والثانى عشر، وطول الجنزير الأسمى ٢٠ متر. فما هى المسافة الأفقية الصحيحة بين النقطتين.
- (٤٢) قطعة أرض مربعة الشكل - قيست بجنزير فكانت مساحتها ١٥ س ٣ ط ٤ وبمعايرة الجنزير وجد أنه ينقص بمقدار ٠,١٥ فما هى المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالهكتار. ثم أوجد الأبعاد الحقيقية لهذه الأرض.
- (٤٣) قطعة أرض على شكل شبه منحرف أ ب ج د وقاعدتيه أ د ، ب ج ، وارتفاعه يمثل الضلع ج د . قيست طول القاعدة الصغرى فكانت ١٢ طرحة، و ١٠ متر، ٤ عقل وطول القاعدة الكبرى فكانت ١٦ طرحة، و ٨ متر و ٧ عقل والارتفاع ج د كان ٨ طرحة و ٦ متر و ٦ عقل. أوجد

الباب الأول (المساحة بالجنزير)

المساحة الحقيقية لشبه المنحرف بالفدان والقيراط والسهم إذا كان الجنزير المستعمل فى القياس ينقصه عقلة بين المتر الثامن والعاشر.

(٤٤) يراد قياس الزاوية أ ب ج باستعمال الشريط فأخذت النقطة د على الخط ب ج = ١٢ متر وأخذت النقطة هـ على ب أ بحيث كانت المسافة هـ ب تساوى ١٥ متر، وقيست المسافة د هـ فكانت ٦,٣٥ متر. أوجد قيمة الزاوية إلى أقرب دقيقة.

(٤٥) لإيجاد المسافتين ب أ ، ب ج فى المثلث أ ب ج تم قياس الضلع أ ج فوجد أنه يساوى ١٣٠,٢٠ متر. ورصدت الزاويتان (أ) = ٢٥° و (ج) يساوى ٣٠° ٣٠° ٣٠°. أوجد المسافتين.

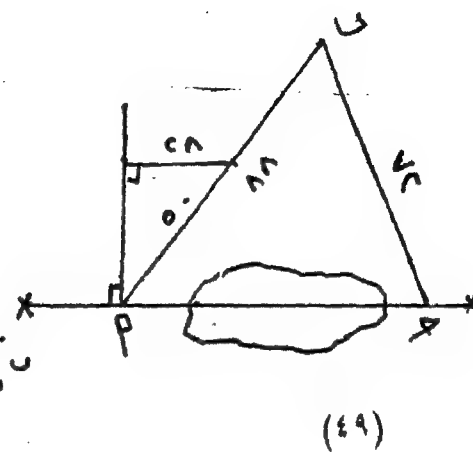
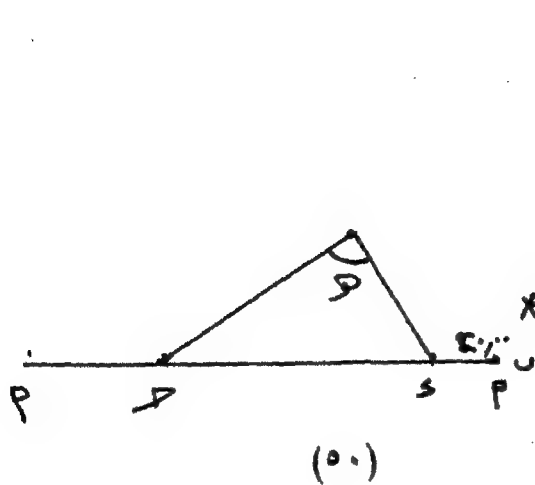
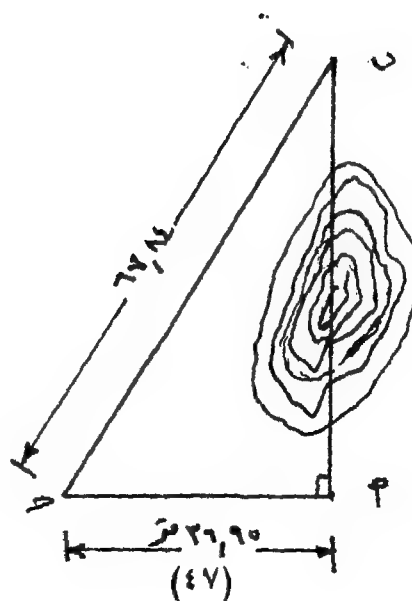
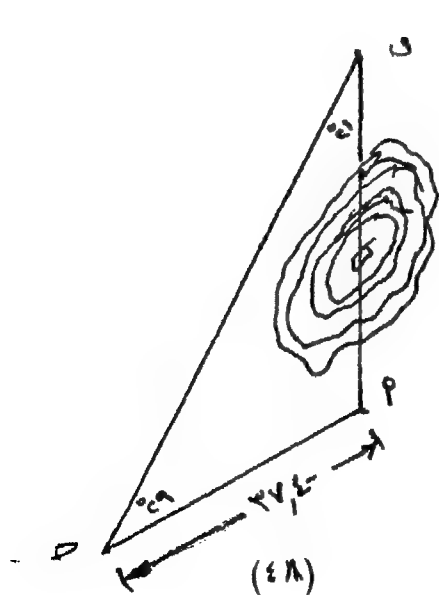
(٤٦) عند قياس البعد أ ب المتعذر قياسه اضطرت فرقة المساحة إلى تشكيل المثلث أ ب ج ثم قياس الضلع أ ج = ١٩٠,٠١ متر. رصدت بعد ذلك الزاوية (أ ب ج) فكانت تساوى ٩٠ درجة وقيس الضلع ب ج فكان ١٨٨,٩٥ متر. فإذا كانت النقطة ج مرتفعة عن كل من أ و ب بمقدار ١٢ متر فما المسافة الأفقية أ ب؟

(٤٧) نظرا لوجود عائق بين النقطتين أ ، ب عند إيجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبين بالشكل أوجد البعد أ ب.

(٤٨) نظرا لوجود عائق بين النقطتين أ ، ب عند إيجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبين بالشكل أوجد البعد أ ب.

(٤٩) نظرا لوجود عائق بين النقطتين أ ، ج عند إيجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبين بالشكل أوجد البعد أ ج.

(٥٠) لإيجاد المسافة أ ب فى الشكل المبين رصدت المسافة أ ج فكانت ٢٠٠ متر والمسافة ج هـ = ٦٠ متر والزاوية ج هـ د = ٩٠° والمسافة هـ د = ٢٣,٧٨ متر أوجد المسافة أ ب.



الباب الثاني

مقاييس الرسم

Scales

الباب الثانى

مقاييس الرسم

٢-١- مقدمة

من الطبيعى أنه لا يمكن رسم خرائط لمنطقة معينة بأبعادها الطبيعية لذلك نضطر لتصغير هذه الأبعاد لإمكان رسمها على الورقة وذلك بنسب تصغير مناسبة تتوقف هذه النسبة على:

- ١- أهمية العمل المراد إنشاء الخريطة له.
- ٢- أبعاد اللوحة التى ترسم عليها الخريطة.
- ٣- نوع الخريطة من حيث الغرض التى تنشأ من أجله.

ولذا يجب تحويل الأبعاد فى الطبيعة الى نسبة معينة منها وتسمى بمقياس الخريطة أو مقياس الرسم بمعنى آخر أن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين طول أى بعد على الخريطة والطول المقابل له فى الطبيعة فمثلاً إذا قيس طول على الخريطة فكان مقداره ١٠ سم وكان هذا الطول يمثل على الطبيعة ٥ كم فإن مقياس الرسم يكون (١٠ : ٥ : ١٠٠٠ × ١٠٠) أى يساوى ١ : ٥٠٠٠٠ ويقرأ واحد الى خمسين ألف.

٢-٢- أنواع مقاييس الرسم:

تنقسم مقاييس الرسم المستعملة فى المساحة الى نوعان:

أ- المقاييس العددية:

وهى نسبة ثابتة عبارة عن كسر اعتيادى بسطه الواحد الصحيح ومقامه العدد الدال على مقدار الطول الطبيعى والمساوى له ويكون مقياس الرسم نسبة مثل ١ : ٥٠٠٠ وأحياناً كسر اعتيادى مثل $\frac{1}{5000}$.

ب- المقاييس التخطيطية:

لتعيين الأطوال على الطبيعة باستخدام المقياس العددي لابد لنا من إجراء عمليات حسابية على الأطوال الموجودة على الخريطة. ويمكن

الاستغناء عن هذه العمليات الحسابية التى تتم كل مرة لتعيين طول معين على الطبيعة وذلك برسم مقياس الرسم للخريطة بطريقة معينة ويعين من هذا المقياس الأطوال بصورة مباشرة وتعرف هذه المقاييس بالمقاييس التخطيطية ومزايا هذه المقاييس:

- ١- توفير الوقت وقلة احتمال الخطأ.
- ٢- أبسط من المقاييس العددية خصوصاً إذا كانت القطعة المراد رسمها تحتوى على خطوط كثيرة.
- ٣- برسم المقياس التخطيطى فى أسفل الخريطة فتعرض هذه المقاييس لنفس العوامل المؤثرة على الخريطة بمعنى أن أى تغير يطرأ على الخريطة من تمدد أو إنكماش يقابله تغير مماثل على مقياس رسم الخريطة وتنقسم المقاييس التخطيطية الى مقاييس تخطيطية بسيطة ومقاييس شبكية.

٢-١-٢-٢ المقاييس التخطيطية البسيطة:

المقاييس التخطيطية البسيطة تعرف احياناً بالمقاييس الطولية وهى عبارة مسطرة صغيرة مرسومة أعلى أو أسفل الخريطة. والأمثلة التالية توضح كيف يمكن تصميم هذه المقاييس:

مثال ١: أرسم مقياس رسم بسيط ١ : ١٠٠٠ بدقة ٢ متر
الحل:

معنى هذا المقياس أن وحدة الطول على الخريطة يقابها ١٠٠٠ وحدة من هذا الطول فى الطبيعة فنقول:

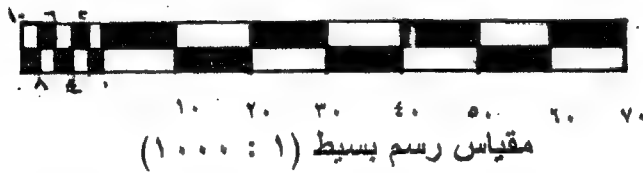
- ١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠٠٠ سم
- ١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠ متر

لرسم هذا المقياس نرسم خط مستقيم بطول مناسب ونأخذ عليه أقسام متساوية طول كل قسم ١ سم ويكتب عليها ما تساويها فى الطبيعة وهى ١٠ متر. وبمقياس الرسم هذا يكون أصغر قسم يمكن معرفته هو ١٠ متر وحيث أن الدقة المطلوبة من المقياس هى ٢متر. بمعنى آخر أن أقل قراءة على المقياس تساوى ٢متر لذلك نأخذ قسم (١سم) على يسار القسم الأول ونقسمه الى عدد من الأجزاء يمكن تحديدها من العلاقة الآتية:

$$\text{عدد أقسام المقياس} = \frac{\text{ما يمثل الوحدة}}{\text{الدقة المطلوبة}}$$

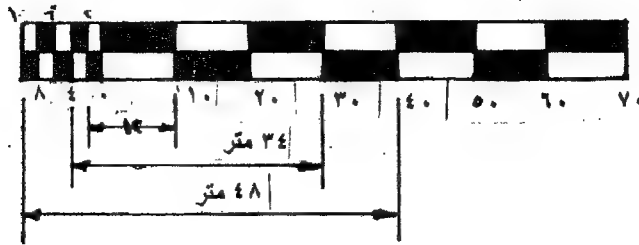
$$\text{عدد أقسام المقياس} = \frac{10 \text{ متر}}{2 \text{ متر}} = 5 \text{ أقسام}$$

بتقسيم القسم الأيسر إلى خمس أجزاء كل جزء يساوي ٢ متر. كما يوضح الشكل التالي:



مثال ٢: في المثال السابق بين على المقياس الأبعاد ١٢ متر، ٣٤ متر، ٤٨ متر

الحل:



مثال ٣: أرسم مقياس رسم بسيط ١ : ٢٠٠ بدقة ١ متر مبينا عليه البعد ١٣ متر.

الحل:

كل اسم على الخريطة يقابله ٢٠٠ سم في الطبيعة
كل اسم على الخريطة يقابله ٢ متر في الطبيعة
عدد الأقسام = $\frac{2}{1} = 2$ قسم



مقياس رسم بسيط (١ : ٢٠٠)

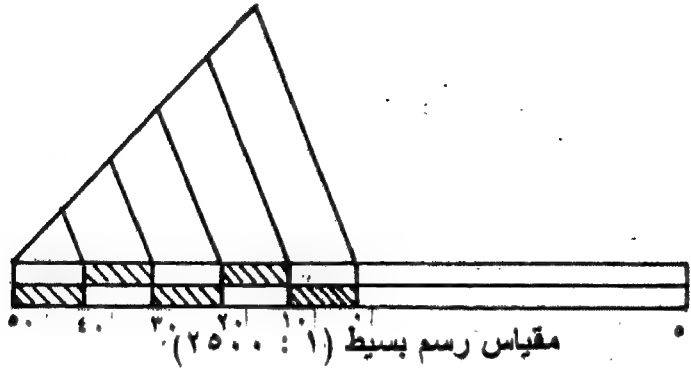
مثال ٤: أرسم مقياس بسيط ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ قصبات.

الحل:

- ١ قصبة على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
- ٣,٥٥ متر على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
- ٣,٥٥ سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة
- ٧,١ سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة

وبلاحظ أننا لم نقف عند الحد ٣,٥٥ سم يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة بل أخذنا الحد ٧,١ سم يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة وذلك لعدم إمكان تقسيم ٣,٥٥ أو رسمها بالمسطرة العادية.

وهنا نجد انه لا يمكن تقسيم خط طوله ٧,١ سم الى ٥ أقسام باستعمال المسطرة لذلك نستعمل طريقة هندسية معروفة وهى أننا نرسم أى خط من أحد طرفى فى الجزء الأخير ونأخذ عليه ٥ أطوال متساوية معروفة ٢ سم مثلاً ونصل نهايتها بنهاية الجزء ونرسم موازيات لهذا الخط من نقط التقسيم.



٢-٢-٢- المقاييس الشبكية

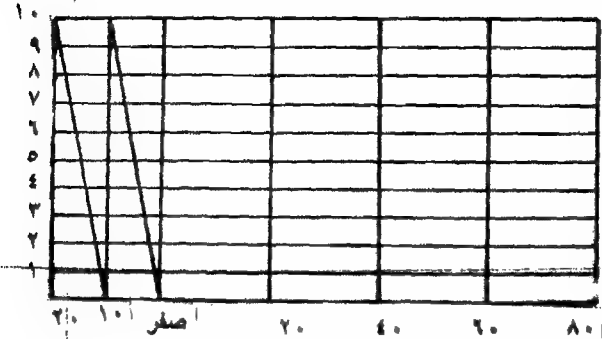
يستعمل هذا المقياس لنفس الغرض الذى يستعمل له مقياس الرسم البسيط إلا أنه يمكننا بواسطته تعيين الأطوال القصيرة التى لايمكن تعيينها بواسطة المقياس البسيط وذلك فى الحالات التى لايمكن فيها تقسيم القسم الذى على يسار الضفر الى العدد المطلوب من الأقسام. وفيما يلى أمثلة لتوضيح كيفية تصميم المقاييس التخطيطية الشبكية.

مثال ١: صمم مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ بين أمتاراً صحيحة.

الحل:

- ١ متر فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠ متر.
 ١٠٠ اسم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠ متر.
 ١ اسم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠ متر.

ونرسم مستقيماً أفقياً على الخريطة ونقسمه الى اقسام رئيسية متساوية كل منها يساوى اسم وبيين ٢٠ متر فى الطبيعة وبيين الأبعاد المقابلة لها أبتداء من صفر، ٢٠، ٤٠، ٦٠ وهكذا ونأخذ قسماً على يسار الصفر قيمته ٢٠ متراً وهو يساوى فى الخريطة اسم والمطلوب أن يبين المقياس ١ متر ومن البديهي أنه لا يمكن تقسيم اسم الى ٢٠ قسماً. لذلك نقسم الجزء الأساسى الى قسمين كل منهم يساوى ١٠ أمتار ثم نقيم على المقياس الأساسى أعمدة من النقط الأساسية للجزء الذى على يسار الصفر ونأخذ عليه ١٠ ابعاد متساوية ونرسم منها خطوط موازية للمقياس الأساسى ثم نصل قطرى المستطيلين المكونين فى القسم الذى على يسار الصفر والقطر المائل المجاور له ويحصر هذا القطر مسافات الخطوط المتوازية تكون على الترتيب من أسفل الى أعلى ١ متر، ٢ متر، ٣ متر وهكذا يكون المقياس المطلوب إنشاؤه هو المبين بالشكل التالى:



وبلاحظ فى هذا المثال أنه يمكن التحكم فى أقل وحدة على المقياس الرئيسى وعلى ذلك يمكن تحديد عدد الأقسام لكى يمكن الحصول على أقل قراءة.

$$\text{عدد الأقسام الرأسية} = \frac{\text{أقل وحدة على المقياس الرئيسى}}{\text{أقل قراءة مطلوبة (الدقة المطلوبة)}}$$

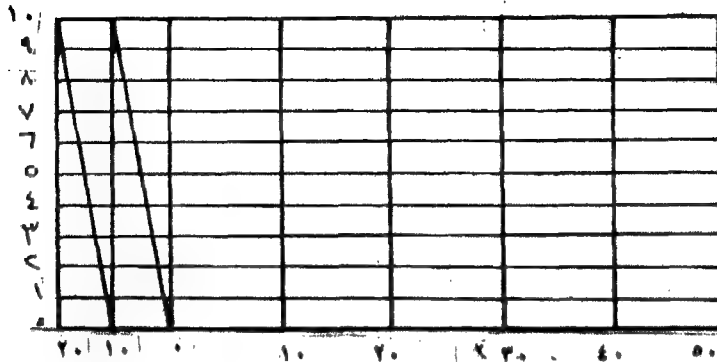
مثال ٢: أرسم مقياساً تخطيطياً ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١ ذراع
الحل:

١ ذراع يقابلها في الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧٥ سم يقابلها في الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧,٥ سم يقابلها في الطبيعة ١٠٠ ذراع
١,٥ سم يقابلها في الطبيعة ٢٠ ذراع

ولذا نرسم خطاً مستقيماً ونأخذ عليه أقسام رئيسية طول كل منها ١,٥ سم لتبين ٢٠ ذراع في الطبيعة مع اعتبار أخذ القسم الذى على يسار الصفر لتقسيمه الى قسمين كل منها ١٠ أذرع. والآن لتعيين الأقسام الرئيسية وعددها نجد:

$$\text{عدد الأقسام الرأسية} = \frac{\text{أقل وحدة}}{\text{أقل قراءة}} = \frac{٢٠}{١} = ٢٠ \text{ أقسام}$$

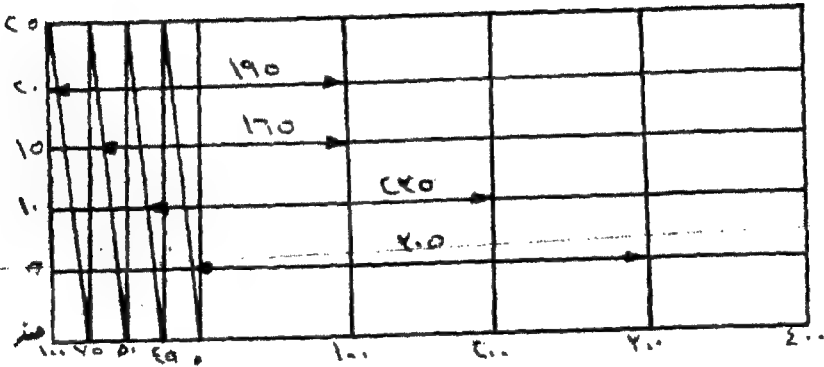
ولذا تتبع نفس الخطوات التى فى المثال السابق ونصل قطرى المستطيلين لنحصل على أقل قراءة وهى ١ ذراع. وبين الأطوال ٣٥ ، ٨٤ ، ١١٦ ذراع على المقياس.



مثال ٣: أرسم مقياساً شبكى ١ : ٥٠٠٠ يقرأ ٥ متراً.
الحل:

١ متر يقابله في الطبيعة ٥٠٠٠ متراً
١ سم يقابله في الطبيعة ٥٠ متراً
٢ سم يقابله في الطبيعة ١٠٠ متراً

$$\text{عدد الأقسام} = \frac{١٠٠}{٥} = ٢٠ \text{ أقسام}$$



مثال ٤: أرسم مقياس شبكي لخريطة مرسومة بمقياس ١ : ٢٠٠ يبين الى عشرة سنتيمترات ويبين عليه الطول ١٦,٩٠ متراً.

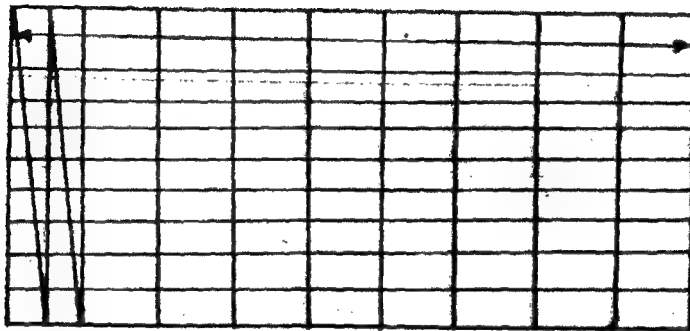
الحل:

٢٠٠ متر على الطبيعة يمثلها ١٠٠ سم على الخريطة

١ متر على الطبيعة يمثلها ٠,٥ سم على الخريطة

٢ متر على الطبيعة يمثلها ١ سم على الخريطة

$$\text{عدد الأقسام} = \frac{٢}{٠,١} = ٢٠ \text{ قسم}$$



إذا أردنا توقيع خط قسنا طوله في الطبيعة وليكن ٦,٩٠ متراً على الخريطة فأننا نفتح البرجل بطول المقياس كله (أى ٦ متراً) ويبقى ٠,٩٠ متراً هو طول الجزء هـ و.

٢-٣- إيجاد الطول الحقيقي لخط مرسوم على الخريطة:

إذا قسنا خطأ من الخريطة وأردنا معرفة ما يقابله على الطبيعة فيمكن بيان ذلك من المثال التالي:

مثال: أرسم مقياساً شبكياً ١ : ٢٠٠٠ دقته قسبة واحدة. بين كيف تحدد طول خط (س ص) في الطبيعة إذا كان هذا الخط (س ص) بالرسم هو الذي يمثله في الخريطة.

الحل:

١ قسبة على الخريطة تقابل ٢٠٠٠ قسبة في الطبيعة

٣,٥٥ سم تقابل ٢٠ قسبة في الطبيعة

١,٧٧٥ سم تقابل ١٠ قسبة في الطبيعة

وقد حددنا ١٠ الآن لأن الجزء الفرعى

= دقة المقياس × عدد الأقسام الرأسية

= ٢ × ١٠ = ١٠ قسبة

نأخذ القسم الرأسى = ٢٠ قسبة

عدد الأقسام الفرعية = $\frac{٢٠}{١٠} = ٢$

يرسم المقياس الشبكي بالطريقة السابقة، ولتحديد طول س ص نتبع الخطوات التالية:

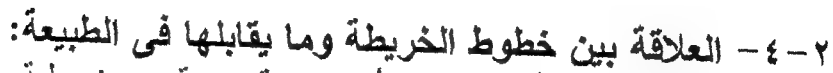
١- نفتح الفرجار بطول س ص (وإذا كان أكبر من طول المقياس كله فنقسمه إلى أكثر من جزء)

٢- نضع سن الفرجار الأيسر على صفر التدريج في المقياس مع وضع السن الأيمن على حافة المقياس.

٣- نزحزح السن الأيسر حتى يقع السن الأيمن على طرف أول قسم رئيسى كما هو مبين في الوضع الثانى للفرجار.

٤- نحرك طرفى الفرجار إلى أعلى بشرط أن يظل الطرف الأيمن على الخط الرأسى أما الطرف الأيسر فيظل مع السن دائماً على خط أفقى واحد إلى أن يقطع السن الأيسر خطاً مائلاً عند نقطة وبذلك يكون سنا الفرجار قد أخذوا وضعاً يحصران فيه المسافة المبينة أ ب ويكون طول الخط س ص على الطبيعة

= ٢ × ٢٠ + ١ × ١٠ + ٧ = ٥٧ قسبة



مثال ١: رسم خط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ولكن عند قياسه قدر طوله بواسطة مقياس ١ : ٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ١٠٠ متر فما هو طوله الحقيقي؟

الحل: الطول الحقيقي = الطول المقاس $\times \frac{1}{25}$

مثال ٢: رسمت قطعة أرض على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وحسبت مساحتها باعتبار أن مقياس الرسم هو ١ : ١٠٠٠ فكانت ٢٥ هكتار فما هي المساحة الحقيقية لها؟

الحل: المساحة الحقيقية = المساحة المقاسة $\times \left(\frac{16}{26} \right)^2$
 $= 25 \times \left(\frac{2500 \times 1}{1 \times 1000} \right) = 106,25$ هكتار

تمارين على الباب الثانى

(١) صمم مقاييس الرسم التالية:

- أ - صمم مقياس رسم بسيطاً ١ : ١٠٠٠ يقرأ ٢ متر.
 ب - صمم مقياس رسم بسيطاً ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ ذراع.
 ج - صمم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠ يقرأ ٢ قصبه.
 د - صمم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠٠ يقرأ ٥ متر.
 هـ - صمم مقياس شبكى ١ : ٩٠٠ يقرأ ٢,٢٥ بوصة.
 و - صمم مقياس شبكى ١ : ٦٠٠ يقرأ ١,٥ متر.
 ح - صمم مقياس شبكى ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١,٥ ذراع.
 (٢) صمم مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ يعطى أمتار صحيحة وآخر ١ : ١٠٠٠ يعطى أمتار صحيحة.

(٣) صمم مقياس رسم الدقيق مقياس رسم شبكى لأستخدامه مع خريطة بمقياس رسم ١ : ١٥٠٠ ودقة واحد معمارى وبين على الرسم الطوال ٧٧ ذراع.

- (٤) أرسم خريطة بمقياس ١ : ٣٠٠ احتجت لتصميم مقياس لأستعمله فى التوقيع صمم هذا المقياس مع الرسم الدقيق إذا كانت دقة التوقيع ٦٠ سم.
 (٥) أرسم مقياس رسم شبكى ١ : ٢٥٠٠ ليقراً أمتار صحيحة.
 (٦) لتوقيع خريطة مساحية مقياس رسمها ١ : ٥٠٠ احتجت لتصميم مقياس شبكى للحصول على الدقة اللازمة (١,٠ متر) أرسم المقياس بدقة مبينا عليه الطول، ١٧,٧ متر لو كانت هذه الخريطة تستخدم لمشروع لا يحتاج لهذه الدقة بل كانت خمسة أضعافها كافية. أرسم المقاس المناسب.

(٧) أرسم مقياس رسم شبكى لتوقيع خريطة مقياس رسمها ١ : ١٥٠ بدقة ٢٠ سم.

- (٨) أرسم مقياس رسم شبكى ١ : ٤٠٠ يقرأ ٠,٢ من القصبه - استعمل هذا المقياس فى رسم قطعة أرض رباعية الشكل أ ب = ١٢,٨ قصبه، ب ج = ٨,٢ قصبه ج د = ١٢,٦ قصبه، د أ = ١١,٢ قصبه، د ب = ١٤,٢ قصبه استنتج طول القطر أ ج.

الباب الثالث

الخرائط المساحية
SURVEY MAPS

الباب الثالث

الخرائط المساحية

SURVEY MAPS

٣-١ - مقدمة:

لما كان الهدف الأساسى هو دراسة وتعيين شكل الأرض وتمثيله على خرائط بمقاييس رسم مختلفة يمكن إستعمالها فى المشاريع الهندسية والزراعية لذلك فقد كان من الضرورى ترتيب هذه الخرائط حسب مقاييس رسمها وأنواعها وأغراضها وذلك حتى يمكن الاستدلال عليها ومعرفة موضعها بالنسبة لمجموعة من الخرائط.

٣-٢ - أنواع الخرائط

- الخرائط الطبوغرافية: Topographic Maps

وهذا النوع يبين بالإضافة الى التفاصيل والحدود الطبيعية والصناعية فإنه يمكن تمثيل الأرتفاعات والانخفاضات ممثلة بطريقة الألوان أو التظليل أو بخطوط الكنتور. وتعتبر الأخيرة أدق طرق تمثيل الأرتفاعات والانخفاضات. وتكون هذه الخرائط عادة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ أو ١ : ١٠٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ وهذا النوع من الخرائط يستعمل فى المشروعات الهندسية والزراعية والعمرانية (الرى والصرف - توليد الكهرباء - تخطيط الطرق - المدن والمطارات وأختيار مواقع أبراج التيار الكهربائى العالى) وكذلك فى أوقات الحروب. وهذه الخرائط تعتبر الأساس لأنشاء خرائط ذات مقياس كبير لأجزاء المنطقة. أما الخرائط التى بمقياس ١ : ٢٥٠٠ تعرف بالخرائط الزراعية أو خرائط فك الزمام.

- الخرائط التفصيلية (كادستريالية): Cadastral Maps

وهذه الخرائط توضح حدود وتفاصيل الملكيات الزراعية والعقارية والخرائط التفصيلية تعرف فى مصر بخرائط تفريد المدن وهى بمقياس ١ : ٥٠٠ أو ١ : ١٠٠٠.

- ومن أهم استعمال هذا النوع من الخرائط هي:
- أ- تحديد ملكيات الأراضي الزراعية والعقارات.
 - ب- تقسيم الملكيات وتعديلها.
 - ج- تخطيط المشاريع النهائية.

بالإضافة الى هذين النوعين توجد عدة أنواع أخرى من الخرائط منها الخرائط البحرية والخرائط جيولوجية والخرائط الجيوفيزمائية.

٣-٣- رسم الخرائط

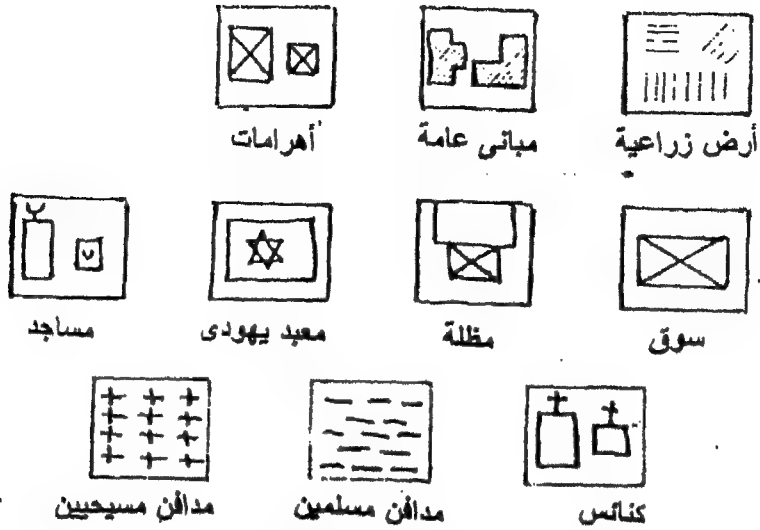
عندما يراد رسم خريطة لمنطقة ما يجب أولاً اختيار المقياس المناسب لها ثم يرسم هيكل المنطقة مع بيان مواضع النقط ويرسم دوائر عليها وتوقع على الخريطة الأبعاد والإحداثيات المأخوذة أثناء عملية التحشية. ثم توصل النقط أثناء الرسم بعضها ببعض لأظهار التفاصيل المطلوبة ثم تحبير الخريطة بعد إتمامها ويراعى رسم الاتجاه الشمالى عليها ويجب أن تحتوى الخريطة على كافة التفاصيل مستخدماً الإصطلاحات المتبعة فى مصلحة المساحة وذلك بغرض فهم الخريطة كما يراعى تلوين أجزاء الخريطة طبقاً لدالاتها بالألوان المتفق عليها فى مصلحة المساحة أيضاً. وحتى نوقع أكبر كمية ممكنة من المعلومات على الخريطة لابد من اختيار طريقة سليمة وواضحة وسهلة التمييز للتعبير عن الأماكن المختلفة والمباني والإنشاءات وخطوط الحدود والكبارى والطرق وغيرها. لذلك لابد من معرفة هذه الإشارات والإصطلاحات التى وضعتها مصلحة المساحة فى مصر حتى يمكن قراءة الخريطة وفهم ما تدل عليها بأسرع ما يمكن.

وتحتوى الخرائط عادة فى إحدى أركانها على جدول يبين الإصطلاحات الموجودة فى الخريطة ومدلولها. والأشكال (٣-١) و (٣-٢) و (٣-٣) تبين بعض الإصطلاحات المتبعة فى رسم الخرائط.

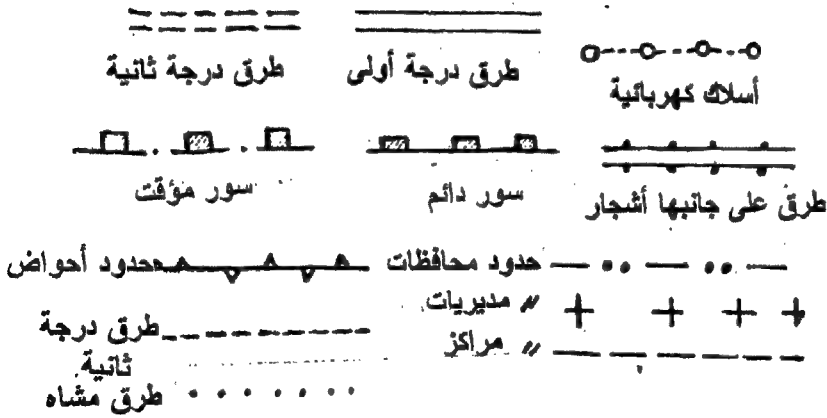
الباب الثالث (الخرائط المساحية)



شكل (١-٣) المصطلحات الخاصة بالزراعات



شكل (٢-٣) مصطلحات المباني



شكل (٣-٣) خطوط الحدود والطرق والسكك

٣-٤- نسخ الخرائط

كثيراً ما يطلب أكثر من نسخة لخريطة واحدة ولذلك يتم نسخ الخرائط لأمكانية تبادلها بأحدى الطرق الآتية:

- من دفتر الغيط

من واقع البيانات الموجودة بدفتر الغيط والمأخوذة أثناء عملية التحشية يتم إعادة رسم الخريطة مرة أخرى وهذه الطريقة غير عملية.

- التقسيم الى مثلثات أو مربعات

تستخدم هذه الطريقة إذا كانت أغلب رسومات الخريطة خطوط مستقيمة. حيث تقسم الخريطة الى مجموعة من المثلثات ثم تنقل هذه المثلثات على النسخة المطلوبة بواسطة الفرجار وتنقل معه تقاطع الحدود مع أضلاع المثلثات. وغالباً ما تقسم الخريطة الى مربعات تتناسب عددها حسب أهمية العمل والدقة المطلوبة ومقياس الرسم وكمية التعرجات بالخريطة.

- التصوير والطبع

وهي أحسن وأحدث الطرق المستخدمة في النسخ خصوصاً بعد توافر آلات التصوير.

٣-٥- تكبير وتصغير الخريطة

نحتاج الى تكبير الخريطة فى بعض الأحيان للحصول على بعض التفاصيل الدقيقة أو لتوقيع بعض المشاريع، معنى ذلك اننا نريد الحصول على خريطة بمقياس رسم أكبر حيث يتوفر الدقة فى العمل كما يحتاج الأمر لضم بعض الخرائط ذات المقاييس الكبيرة لمناطق متجاورة لذا فتصغر هذه الخرائط بمقياس رسم مناسب كما يحدث كثيراً فى عمليات حصر الأراضي ويتم تكبير أو تصغير الخرائط بأحدى الطرق الآتية:

- من دفتر الغيط

من واقع البيانات الموجودة بدفتر الغيط والماخوذة أثناء عملية التحشية يتم نسخ خريطة جديدة ولكن بمقياس الرسم الجديد وبالطبع فهذه الطريقة غير عملية.

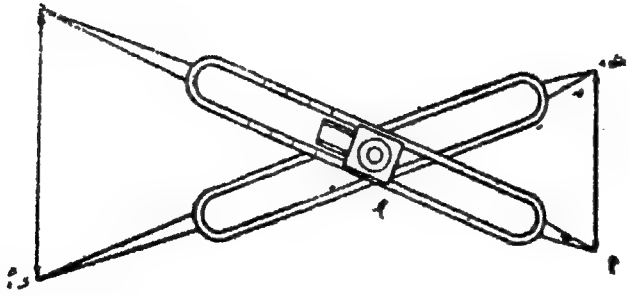
- التقسيم الى مربعات

بتقسيم الخريطة الى مربعات تتناسب عددها حسب أهمية العمل والدقة المطلوبة وكمية التعرجات بالخريطة. ثم نرسم مربعات جديدة تتناسب أضلاعها مع مقياس الرسم المطلوب وتقل تقاطع الحدود والنقاط داخل المربع وتوقع على الخريطة الجديدة مع مراعاة النسبة بين مقياسي الرسم.

- فرجار التناسب:

يستخدم فرجار التناسب فى تكبير وتصغير الخريطة وهو عبارة عن ساقين من المعدن أب، جـ د ينتهى طرف كل منهما بسن مدبب وفى وسط كل منهما مجرى تتحرك فيها قطعة معدنية ذات ثقب عند المحور ومركب عليها صامولة (شكل ٣-٤) ويوجد فى وجه كل من الساقين وعلى جانبيه المجرى تقاسيم مدرجة لكى تعطى النسبة المطلوبة للتكبير والتصغير.

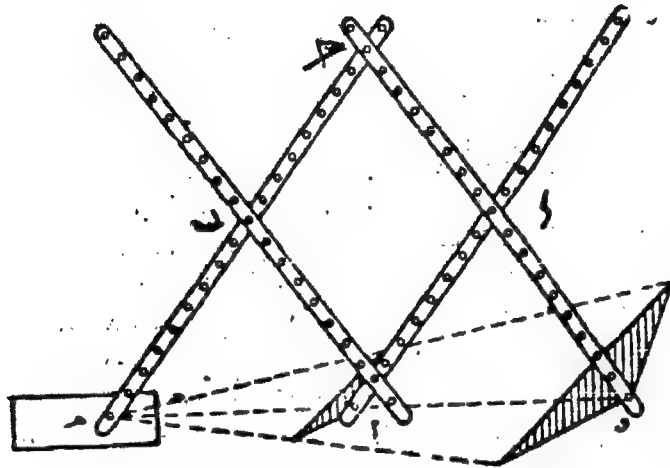
ونظرية فرجار التناسب أن الساقين يصحان رافعة محور أرتكازها المسمار "م" ويمكن تغيير موضع محور الأرتكاز فتتغير تبعاً لذلك كلا الساقين أ جـ، ب د والنسبة بينهما. ولأستعمال فرجار التناسب فى تكبير خريطة ما بنسبة ١ : ٣ مثلاً نحرك القطعتين معاً المجرى ونجعل العلامة المحفورة على القطعة المعدنية على الخط المرقم بـ ٣ ونربط الصامولة وتأخذ الأبعاد من الخريطة الموجودة بالسنتين الصغيرتين أ، جـ وتوقع على الخريطة ذات المقياس أكبر بواسطة السنتين الكبيرتين ب، د.



شكل (٣-٤) فرجار التناسب

- البانتوجراف

هو جهاز يمكن بواسطته تكبير وتصغير الخرائط بسرعة ودقة. وهو عبارة عن أربعة أنابيب متصلة ببعضها اتصالاً مفصلياً عند النقاط أ، ب، ج، د بحيث يكون الشكل أ ب ج د في أى وضع من أوضاع الجهاز عبارة عن متوازي أضلاع أو معين (شكل ٣-٥).



شكل (٣-٥) البانتوجراف

ويوجد على امتداد الضلع ج ب النقطة "هـ" وهي عبارة عن ثقل يتحرك على هذا الضلع ويطلق عليها القطب. والنقطة "أ" عبارة عن راسم ينتهى بقلم صلب أو قلم رسم. والساقان ب أ ، ب هـ مدرجان بتقاسيم خاصة تعطى نسباً للتكبير أو التصغير بحيث إذا ثبتنا كل من الراسم أ والثقل هـ على نسبة معينة من هذه التقاسيم فإن النقط الثلاث هـ ، أ ، و تكون على استقامة واحدة. حيث:

$$\frac{هـ ب}{هـ ج} = \frac{أ ب}{ج و} = \frac{هـ أ}{هـ و}$$

ويستعمل الجهاز بتهيئ الثقل عند القطب هـ ويركب فى الراسمان أ، و قلم صلب فى أحدهما وقلم الرسم فى الآخر ويمرر القلم الصلب الموجود فى " أ " مثلاً حول محيط الشكل الأصلي ليرسم قلم الرسم فى " و " شكلاً مماثلاً للشكل الأول مكبراً بالنسبة المطلوبة.

- التصوير والطبع

وهى أحسن وأحدث الطرق المستخدمة فى التكبير والتصغير بنسب مختلفة وذلك باستخدام ماكينات التصوير.

٣-٦- تمدد وإنكماش الخرائط

يتعرض ورق الخرائط الى التمدد والإنكماش نتيجة لإختلاف درجات الحرارة والرطوبة فى الجو وعلى ذلك يحدث تغيير فى أبعاد الورقة نفسها وتكون المقاسات صحيحة إذا كانت مأخوذة بمقياس رسم المرسوم على الخريطة نفسها حيث أنه يتأثر بنفس الظروف ويتغير بنفس النسبة التى يتغير بها الخريطة. أما فى حالة إستعمال مسطرة فإن المقاسات المأخوذة من الخريطة يكون بها خطأ لذلك يجب عمل التصحيح اللازم ويتم ذلك برسم خط فى الخريطة معلوم طوله ثم نقارنه بالطول على الطبيعة فيمكن تحديد نسبة التمدد أو الإنكماش.

فإذا كان معامل الإنكماش هو ———— وهى النسبة بين قيمة الإنكماش على الورقة لأى خط على الطبيعة ويجب أن لا تتعدى ١ : ٤٠٠.

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{المساحة بعد الإنكماش} \\ = \text{المساحة الحقيقية (١ - ضعف معامل الإنكماش)} \end{array}}$$

مثال ١: عند قياس خط على الخريطة فوجد ٩٩,٩ سم بينما طوله كان ١٠٠ سم
ثم قيس مساحة قطعة أرض على نفس الخريطة فوجدت ٩٩,٢٠٠ م^٢ احسب
المساحة الحقيقية.

الحل:

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{٩٩,٩ - ١٠٠}{١٠٠} = \frac{٠,١}{١٠٠} = \frac{١}{١٠٠٠}$$

المساحة بعد الإنكماش

$$= \text{المساحة قبل الإنكماش (١ - ضعف معامل الإنكماش)}$$

$$= ٩٩,٨٠٠ = \text{المساحة الحقيقية (١ - } \frac{٢}{١٠٠٠} \text{)}$$

$$= \text{المساحة الحقيقية (٠,٩٩٨)}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{٩٩٨٠٠}{٠,٩٩٨} = ١٠٠,٠٠٠ \text{ متر مربع}$$

مثال ٢: في خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٠٠٠ وجد أن خط طوله ٩٠ سم
أصبح ٨٩,٥٥ سم فإذا قدرت مساحة قطعة أرض في هذه الخريطة فكانت
٦٠ سم^٢. أوجد المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالفدان وكسوره.

الحل:

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{٨٩,٥٥ - ٩٠}{٩٠} = \frac{٠,٤٥}{٩٠} = ٠,٠٠٥$$

المساحة المقاسة الخريطة ٦٠ سم^٢ وتعادل على الخريطة

∴ المساحة المقاسة على الطبيعة =

$$٦٠ \times \frac{(٢٠٠٠)^2}{١٠٠ \times ١٠٠ \times ١} = ٣٧٥٠٠ \text{ متر مربع}$$

المساحة بعد الإنكماش

$$= \text{المساحة الحقيقية (1 - ضعف معامل الإنكماش)}$$

$$= \text{المساحة الحقيقية (1 - 2 \times 0,005)}$$

$$\therefore \text{المساحة الحقيقية} = \frac{37500}{1 - 0,01} = 37878,787 \text{ متر مربع}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{37878,787}{4200} = 9,0188 \text{ فدان}$$

مثال ٣: خط طوله ٦٠ سم على الخريطة فوجد ٥٩,٨٥ سم وقيست مساحة قطعة أرض على نفس الخريطة فوجدت ١٨٠٠٠ م^٢ - ماهى المساحة الحقيقية؟

الحل:

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{59,85 - 60}{60} = \frac{0,15}{60} = \frac{1}{400}$$

المساحة بعد الإنكماش

$$= \text{المساحة الحقيقية (1 - ضعف معامل الإنكماش)}$$

$$= \text{المساحة الحقيقية (1 - \frac{1}{400})} = 18000$$

$$= \text{المساحة الحقيقية (1 - \frac{1}{400})} = 18000$$

$$= \text{المساحة الحقيقية} \times 0,995 = 18000$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{18000}{0,995} = 18090,45 \text{ مترا مربعا}$$

٣-٧- تركيب أو ترتيب الخرائط

توجد عدة طرق لترتيب الخرائط وذلك حسب مقاييس الرسم وأنواعها والأغراض المستعملة من أجلها الخريطة. والغرض من هذا الترتيب هو إمكانية الاستدلال على الخرائط بسرعة وكذلك لتحديد مكانها بالنسبة للخرائط المجاورة الأرض. وبصفة عامة توجد طريقتان لترتيب الخرائط للأراضى المصرية كما يلى:

أولاً طريقة الاتجاه:

هذه الطريقة لا تستخدم الآن كثيراً غير أن الخرائط المرتبة بها مازالت تحت التداول وفي هذه الطريقة تؤخذ محورين إحداهما رأسى ويمر بالشمال والجنوب عند خط طول 31° شرقاً والآخر أفقى ويمر من الشرق الى الغرب ويمر بخط عرض 30° شمالاً ونقطة تقاطع المحورين تبعد بمسافة ١٢ كم تقريباً عن الهرم الأكبر فى إتجاه الغرب ويطلق على هذه النقطة منطقة الزهراء شكل (٦-٣).

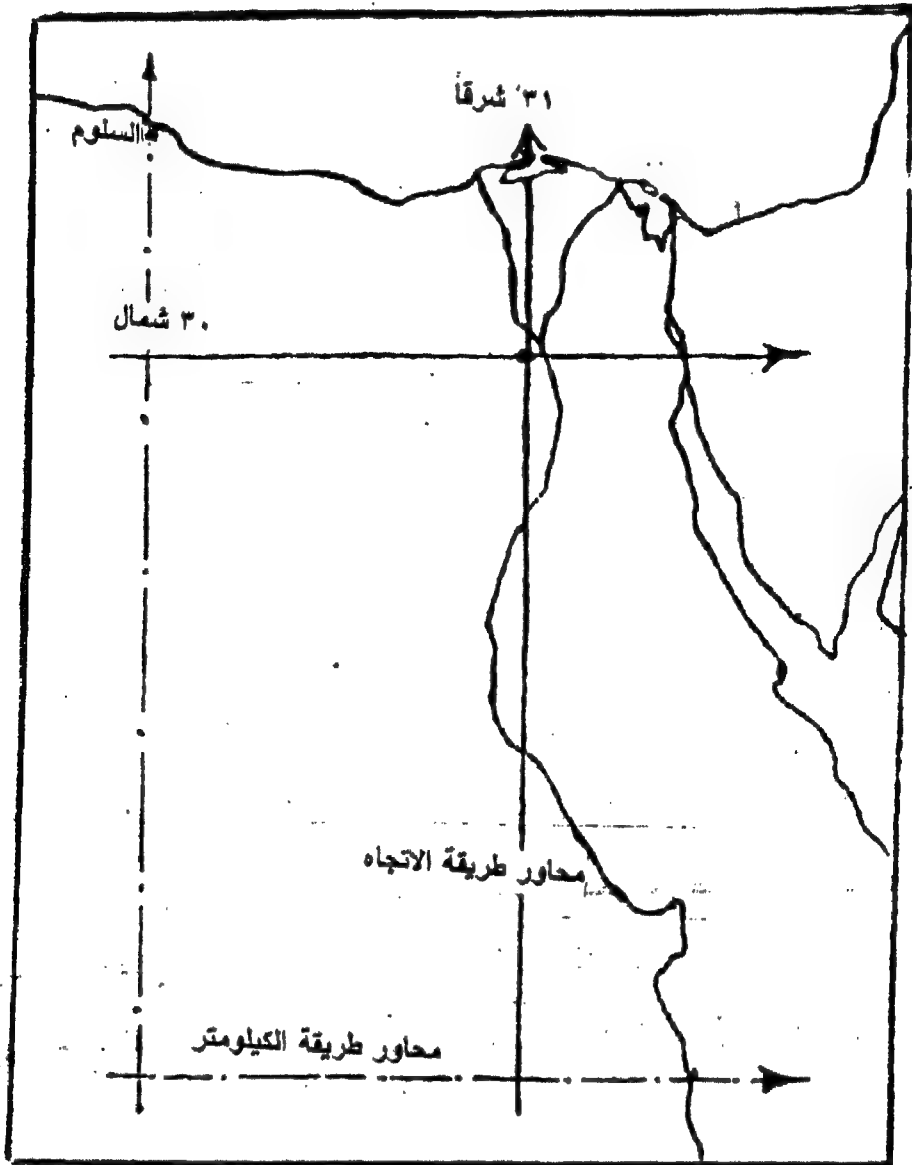
والخرائط المرتبة بهذه الطريقة ذات مقياس رسم
 ١ : ٥٠٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ أو ١ : ١٠٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠. وأخيراً ألغيت
 هذه الطريقة بالنسبة للخرائط ذات المقاييس ١ : ٥٠٠٠٠ أو ٢٥٠٠٠
 وطريقة الترتيب بها كالآتى:

أ- الخريطة بمقياس (١ : ١٠٠٠٠)

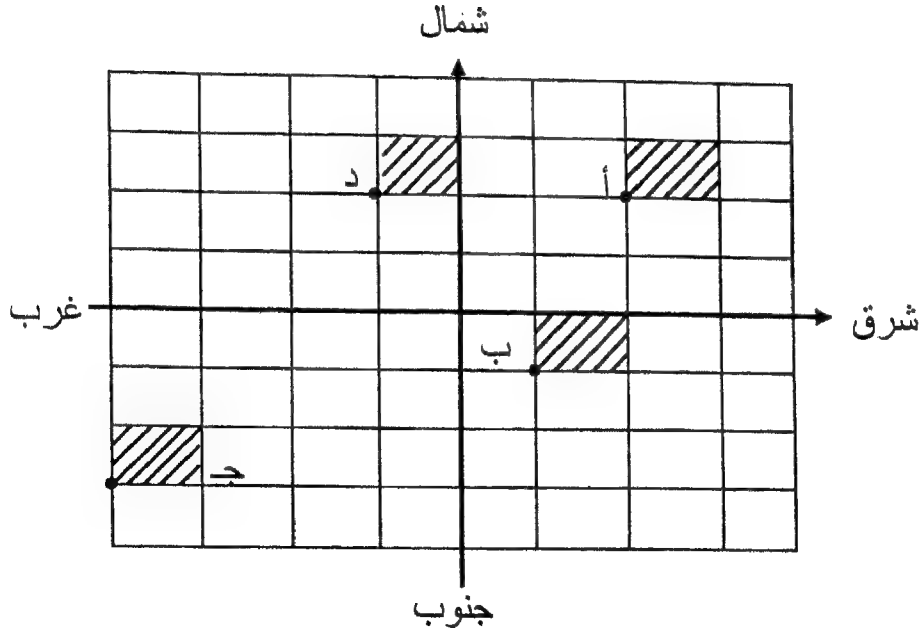
وتحدد اللوحة بالنسبة للمحورين المتعامدين وذلك بتحديد إحداثيات الركن الجنوبي الغربى ثم باسم الربع الواقع فيه هذه اللوحة. ويوضح شكل (٧-٣) ترتيب الخرائط بهذه الطريقة حيث اللوحة (أ) تعرف بـ: ٢ - ٢ شمال شرق واللوحة (ب) تعرف بـ: ١ - ١ شرق جنوب واللوحة (جـ) تعرف بـ: ٣ - ٤ جنوب غرب واللوحة (د) فتعرف بـ ١ - ٢ شمال غرب. ويلاحظ أنها تكتب دائماً الإحداثى الأفقى أولاً ثم الإحداثى الرأسى للركن الجنوبي الغربى للوحة.

ب- الخريطة بمقياس (١ : ٢٥٠٠)

الخرائط المرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ ترسم فى ١٦ لوحة من نفس الحجم بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وعلى ذلك فإن اللوحة ١ : ١٠٠٠٠ تحتوى على ١٦ لوحة من لوح المقياس ١ : ٢٥٠٠ مرتبة ومرقمة بالأرقام من ١ الى ١٦ كما فى شكل (٨-٣).



شكل (٣-٦): خريطة جمهورية مصر العربية موضحاً عليها محاور طرق ترتيب الخرائط



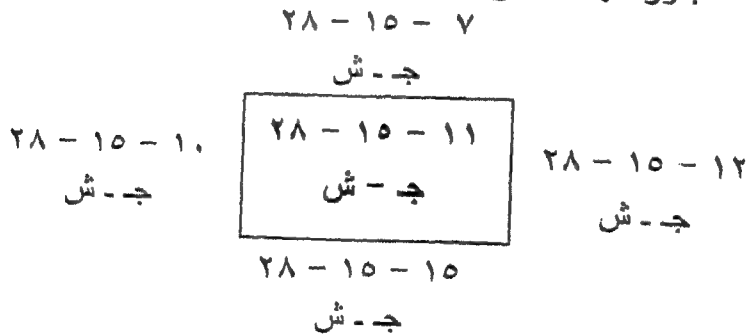
شكل (٧-٣): ترتيب الخرائط ١ : ١٠٠٠٠

١	٢	٣	٤
٥	٦	٧	٨
٩	١٠	١١	١٢
١٣	١٤	١٥	١٦

شكل (٨-٣)

وكل خريطة من خرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ تعرف كالاتى:
 برقم خريطة مقياس ١ : ١٠٠٠٠ والتي تحتوى على الخريطة
 ١ : ٢٥٠٠. فمثلا إذا كانت الخريطة ١ : ١٠٠٠٠ هي ١٥ - ٢٨ جنوب
 شرق ورقم الخريطة ١ : ٢٥٠٠ هو ١١ مثلا. فيكون إسم اللوحة هو
 ١١ - ١٥ - ٢٨ جنوب شرق.

ولسهولة التعرف على اللوحة المجاورة لأي لوحة من لوح
١ ٢٥٠٠ لطالبيها عند الحاجة نكتب على الخريطة من الجهات الأربع أرقام
اللوح المجاورة لها كما يلي:



ثانياً: طريقة الكيلومتر:
وفي هذه الطريقة يؤخذ المحوران إحداهما رأسى ويمر بمدينة السلوم
(حدود مصر الغربية) والآخر أفقى ويمر بمدينة الدر (حدود مصر من ناحية
الجنوب) ونقطة تلاقى المحورين هي نقطة الصفر (شكل ٣-٦).

ويمكن معرفة الخريطة بالنسبة الى المحورين المذكورين والأحداثيات
كلها تكون موجبة وقد غطيت المناطق كلها بخرائط مختلفة المقياس وجدول
رقم (٣-١) يبين الخرائط المختلفة والمساحة المغطاة بكل خريطة.

جدول رقم (٣-١): أبعاد وأنواع الخرائط طبقاً لمقاييس الرسم

نوعها	عرض المنطقة "بالكيلومتر"	طول المنطقة "بالكيلومتر"	مقياس الرسم
طبوغرافية	٤٠	٦٠	١ : ١٠٠٠٠٠
طبوغرافية	١٠	١٥	١ : ٢٥٠٠٠
فك الزمام (زراعية)	١	١,٥	١ : ٢٥٠٠
تفريد المدن	٠,٤	٠,٦٠	١ : ١٠٠٠
تفريد مدن	٠,٢	٠,٣٠	١ : ٥٠٠

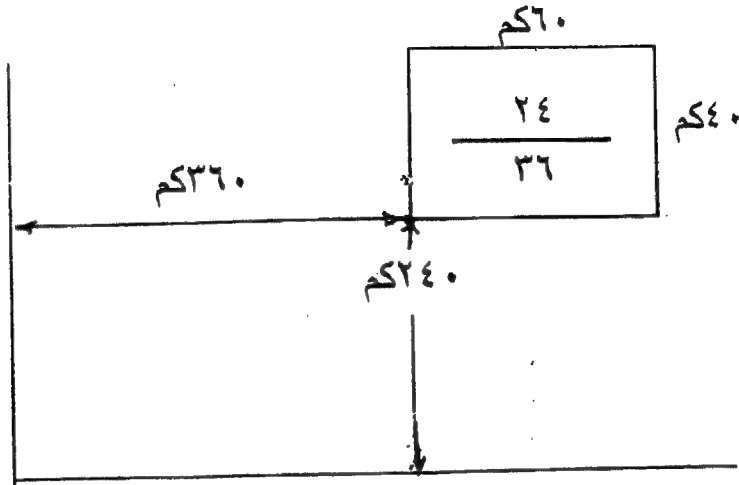
أ- الخرائط الطبوغرافية مقياس (١ : ١٠٠٠٠٠)
هذه الخرائط تحتوى على تفاصيل منطقة طولها ٦٠ كم شرقا وغربا وعرضها ٩٠ كم شمالا وجنوبا ورقم أى لوحة منها عبارة عن كسر إعتيادى بسطه هو الإحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحة بعشرات الكيلومترات ومقامه هو الإحداثى الأفقى لهذا الركن بعشرات الكيلومترات أيضا.

مثال ١: ماهى الخرائط المحيطة بالخريطة الطبوغرافية (١ : ١٠٠٠٠٠) رقم

$$\frac{٢٤}{٣٦}$$

الحل:

اللوحة $\frac{٢٤}{٣٦}$ معناها أنها اللوحة التى يبعد ركنها الأسفل الى اليسار عن المحور الأفقى مساحة ٢٤٠ كم وعن المحور الرأسى ٣٦٠ كم.



ويمكن كتابة الخرائط المجاورة لهذه الخريطة كما يلي:

$$\begin{array}{c}
 \frac{28}{36} \\
 \frac{24}{30} \quad \boxed{\frac{24}{36}} \quad \frac{24}{42} \\
 \frac{20}{36}
 \end{array}$$

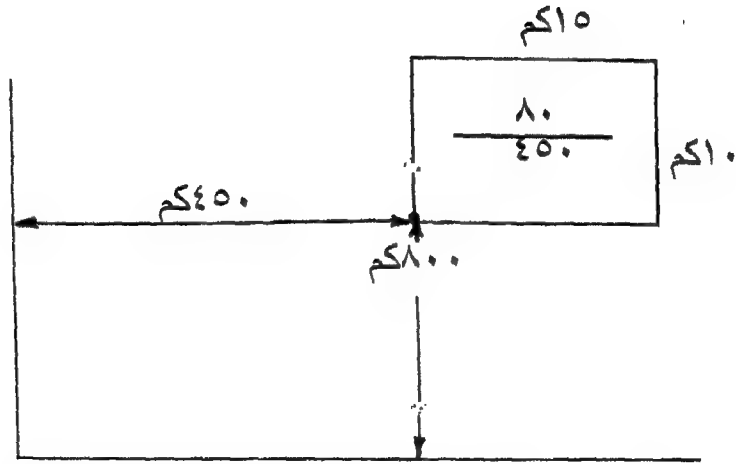
ب- الخرائط الطبوغرافية مقياس (١ : ٢٥٠٠٠)

هذه الخرائط تبين تفاصيل منطقة طولها ١٥ كم شرقاً وغرباً وعرضها ١٠ كم شمالاً وجنوباً ويظهر رقم أى لوحة منها على شكل كسر اعتيادي بواسطة الأحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحة بعشرات الكيلومترات والمقام الإحداثى الأفقى لهذا الركن بالكيلومترات فقط. ولا تكتب أرقام اللوحة المجاورة حول الخريطة بل توضع فى دليل أسفل الخريطة وهو عبارة عن الثمانى لوحات المجاورة للوحة الأصلية وفى هذا النوع يكون الفرق فى البسط هو الوحدة دائماً (عشرات الكيلومترات) والمقام الفرق فيه هو ١٥ كيلو متر وهو عبارة عن طول اللوحة.

مثال ٢: ما هى الخرائط المجاورة للخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{80}{450}$

الحل:

اللوحة رقم $\frac{80}{450}$ معناها أنها اللوحة التى يبعد ركنها الأسفل الى اليسار عن المحور الأفقى بمقدار ٨٠٠ كم وعن المحور الرأسى بمقدار ٤٥٠ كم.



ودليل الخريطة بمقياس

٨١	٨١	٨١
٤٣٥	٤٥٠	٤٦٥
٨٠	٨٠	٨٠
٤٣٥	٤٥٠	٤٦٥
٧٩	٧٩	٧٩
٤٣٥	٤٥٠	٤٦٥

جـ- الخرائط الزراعية بمقياس (١ : ٢٥٠٠):

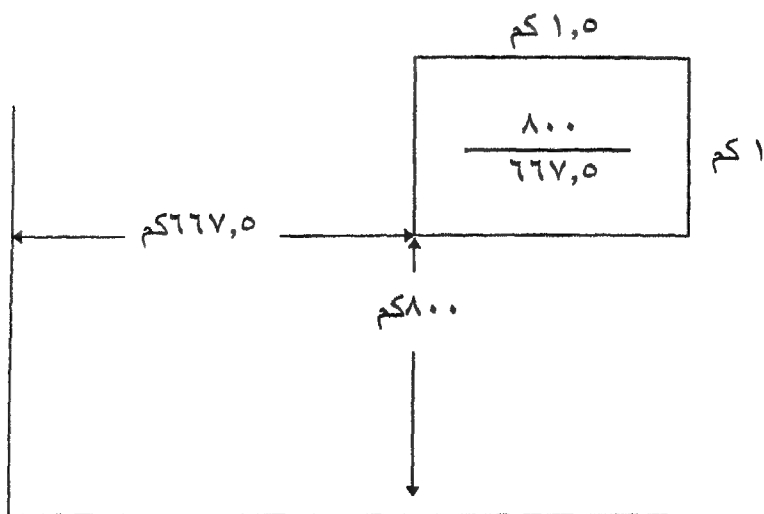
وهذا النوع يبين التفاصيل في منطقة طولها ١,٥ كم شرقاً وغرباً وعرضها ١,٠٠ كم شمالاً وجنوباً وبذلك فإن اللوحة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ تحتوي على ١٠٠ لوحة زراعية (فك الزمام) وتغطي كل لوحة ترقيم معين تكتب في الركن العلوي الأيمن للوحة والرقم عبارة عن كسر بسطه الإحداثي الرأسى للركن الجنوبي الغربى للوحة ومقامه هو الإحداثي الأفقى لنفس الركن.

مثال ٣: أوجد الخرائط المحيطة بالخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ رقم

$$\frac{٨٠٠}{٦٦٧,٥}$$

الحل:

اللوحة $\frac{٨٠٠}{٦٦٧,٥}$ معناها أن حافة اللوحة السفلى تبعد عن الدر بمقدار ٨٠٠ كم وحافتها اليسرى تبعد عن السلوم بمقدار ٦٦٧,٥ كم.



ولسهولة إيجاد هذه اللوحة تكتب اللوحة الأربع المحيطة بها كما يلي:

$$\begin{array}{ccc} \frac{٨٠١}{٦٦٧,٥} & & \\ \frac{٨٠٠}{٦٦٦} & \boxed{\frac{٨٠٠}{٦٦٧,٥}} & \frac{٨٠٠}{٦٦٩} \\ & \frac{٧٩٩}{٦٦٧,٥} & \end{array}$$

د- خرائط تفريد المدن (١ : ١٠٠٠)

وهي عبارة عن خرائط بها تفاصيل ويمكن أن تعامل بنفس النظام الخاص بالخرائط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ غير أن طول اللوحة هو ٠,٦ كم وأرتفاعها ٠,٤ كم ورقم اللوحة عبارة عن كسر بسطه هو حافة اللوحة الجنوبية عن المحور الأفقى ومقامه هو بعد حافتها الغربية عن المحور الرأسى.

هـ- خرائط تفريد المدن (١ : ٥٠٠)

وتعامل على طريقة النوع السابق تماما إلا أن طول اللوحة ٠,٣ كم وعرضها ٠,٢ كم

مثال ٤: ماهى الخرائط الأربعة المجاورة باللوحة ١ : ٥٠٠ رقم $\frac{٥٥}{٢٥,٢}$

الحل:

$$\begin{array}{ccc} & \frac{٥٥,٢}{٢٥,٢} & \\ \frac{٥٥}{٢٤,٩} & \boxed{\frac{٥٥}{٢٥,٢}} & \frac{٥٥}{٢٥,٥} \\ & \frac{٥٤,٨}{٢٥,٢} & \end{array}$$

٣-٨- أمثلة محلولة

مثال ١: أوجد الخرائط الأربعة المحيطة باللوحة رقم $\frac{٦٠٠}{١٥١,٥}$ بمقياس ١ : ٢٥٠٠

$$\begin{array}{ccc} & \frac{٦٠١}{١٥١,٥} & \\ \frac{٦٠٠}{١٥٠} & \boxed{\frac{٦٠٠}{١٥١,٥}} & \frac{٦٠٠}{١٥٣} \\ & \frac{٥٩٩}{١٥١,٥} & \end{array}$$

مثال ٢: أحسب أحداثيات منتصف اللوحة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{911}{80.4}$

الحل:

إحداثيات منتصف الخريطة هي:
 الإحداثى الرأسى = $911 + 0.5 = 911.5$ متر
 الإحداثى الأفقى = $80.4 + 0.75 = 81.15$ متر

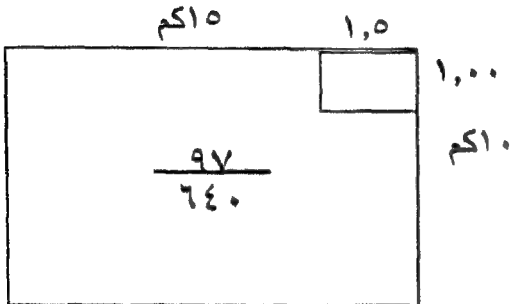
مثال ٣: ماهى الخرائط الثمانية المحيطة باللوحة ١ : ٥٠٠ رقم $\frac{56.4}{24}$

الحل:

$\frac{56.6}{23.7}$	$\frac{56.6}{24}$	$\frac{56.6}{24.3}$
$\frac{56.4}{23.7}$	$\frac{56.4}{24}$	$\frac{56.4}{24.3}$
$\frac{56.2}{23.7}$	$\frac{56.2}{24}$	$\frac{56.2}{24.3}$

مثال ٤: ماهو رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الموجودة فى الطرف

الأيمن العلوى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{97}{64.0}$



الحل:

إحداثيات الركن الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية هي:

$$\text{ص} = ٩٧٠ + ١٠ = ٩٨٠ \text{ كم}$$

$$\text{س} = ٦٤٠ + ١٥ = ٦٥٥ \text{ كم}$$

إحداثيات الخريطة الزراعية:

$$\text{ص} = ٩٨٠ - ١ = ٩٧٩ \text{ كم}$$

$$\text{س} = ٦٥٥ - ١,٥ = ٦٥٣,٥ \text{ كم}$$

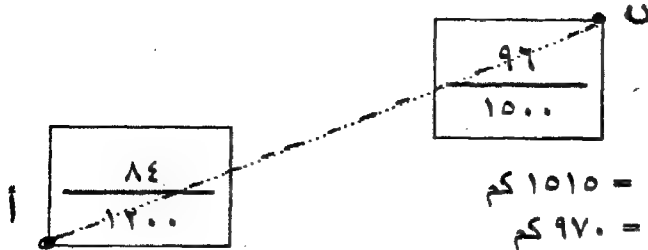
$$\therefore \text{رقم اللوحة المطلوبة ١ : ٢٥٠٠ هي } \frac{٩٧٩}{٦٥٣,٥}$$

مثال ٥:

طريق أ ب ابتداءه يقع فى الركن الجنوبى الغربى للوحة الطبوغرافية

(١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{٨٤}{١٢٠٠}$ ونهايته فى اللوحة الطبوغرافية عند ركنها الشمال

الشرقى $\frac{٩٦}{١٥٠٠}$. عين إحداثيات منتصف الطريق بالأمطار.



الحل:

$$\text{س} = ١٢٠٠ \text{ كم}$$

$$\text{ص} = ٨٤٠ \text{ كم}$$

$$\text{س ب} = ١٥٠٠ + ١٥ = ١٥١٥ \text{ كم}$$

$$\text{ص ب} = ٩٦٠ + ١٠ = ٩٧٠ \text{ كم}$$

إحداثيات منتصف الطريق (س ، ص)

$$\text{س} = \frac{\text{س ب} + \text{س}}{٢} = \frac{١٥١٥ + ١٢٠٠}{٢} = ١٣٥٧,٥ \text{ كم}$$

$$\text{ص} = \frac{\text{ص ب} + \text{ص}}{٢} = \frac{٩٧٠ + ٨٤٠}{٢} = ٩٠٥ \text{ كم}$$

\therefore إحداثيات منتصف الطريقة (١٣٥٧٥٠٠ مترا، ٩٠٥٠٠٠ مترا).

مثال ٦: ماهو دليل الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٦٤}{١٥٠}$ ماهى المساحة التى يغطيها هذا الدليل.

الحل:

دليل الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠

$\frac{٦٥}{١٣٥}$	$\frac{٦٥}{١٥٠}$	$\frac{٦٥}{١٦٥}$
$\frac{٦٤}{١٣٥}$	$\frac{٦٤}{١٥٠}$	$\frac{٦٤}{١٦٥}$
$\frac{٦٣}{١٣٥}$	$\frac{٦٣}{١٥٠}$	$\frac{٦٣}{١٦٥}$

مساحة الدليل = $١٠ \times ١٥ \times ٩ = ١٣٥٠$ كم مربع

مثال ٧: ما هى الخرائط المحيطة باللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم $\frac{٥٦,٤}{٢٤}$ ؟

الحل:

$$\begin{array}{ccc}
 & \frac{٥٦,٨}{٢٤} & \\
 \frac{٥٦,٤}{٢٣,٤} & \boxed{\frac{٥٦,٤}{٢٤}} & \frac{٥٦,٤}{٢٤,٦} \\
 & \frac{٥٦,٢}{٢٤} &
 \end{array}$$

مثال ٨: ماهى إحداثيات منتصف اللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم $\frac{٢٨}{١٤,٤}$ ؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{س} &= ١٤,٤ + ٠,٣ = ١٤,٧ \text{ كم} \\
 \text{ص} &= ٢٨ + ٠,٢ = ٢٨,٢ \text{ كم}
 \end{aligned}$$

مثال ٩: ما هي أرقام اللوح الثمانية المحيطة باللوح الزراعي $\frac{10}{15}$ ؟

الحل:

اللوح الثمانية هي:

$\frac{11}{13,5}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{11}{16,5}$
$\frac{10}{13,5}$	$\frac{10}{15}$	$\frac{10}{16,5}$
$\frac{9}{13,5}$	$\frac{9}{15}$	$\frac{9}{16,5}$

مثال ١٠: ما هي أرقام اللوح المحيطة ١٣ - ٦ - ١ جنوب غرب؟

الحل:

٩ - ١ - ١ ج.غ

١٤ - ٦ - ١ ج.غ ١٣ - ٦ - ١ ج.غ ١٦ - ٧ - ١ ج.غ

١ - ٦ - ٢ ج.غ

مثال ١١: ما هو دليل الخريطة الزراعية $\frac{62}{180}$ والمساحة التي يحويها الفدان؟

الحل:

الدليل هو:

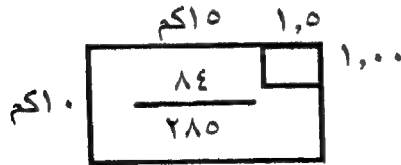
$\frac{63}{178,5}$	$\frac{63}{180}$	$\frac{63}{181,5}$
$\frac{62}{178,5}$	$\frac{62}{180}$	$\frac{62}{181,5}$
$\frac{61}{178,5}$	$\frac{61}{180}$	$\frac{61}{181,5}$

والمساحة هي $9 = (1,00 \times 1,5) = 13,50$ كم مربع

$$= \frac{1000 \times 1000 \times 1350}{4200} = 321428,50 \text{ فدان}$$

مثال ١٢: ما هي رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة في الطرف

الشمالي الشرقي للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{84}{285}$



الحل: إحداثي الركن الشمالي الشرقي من الخريطة الطبوغرافية:

$$\text{ص} = 840 + 10 = 850 \text{ كم}$$

$$\text{س} = 285 + 15 = 300 \text{ كم}$$

∴ إحداثي الركن الجنوبي الغربي للخريطة المطلوبة:

$$\text{ص} = 850 - 1 = 849$$

$$\text{س} = 300 - 1,5 = 298,5$$

$$\therefore \text{رقم الخريطة ١ : ٢٥٠٠ هي } \frac{298,5}{849}$$

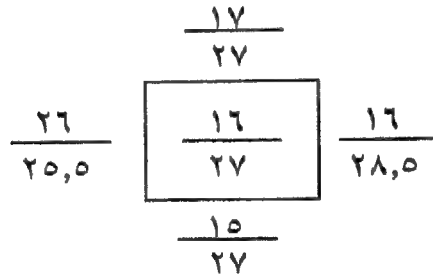
مثال ١٣:

بين الخرائط المحيطة بالخريطة الزراعية $\frac{16}{27}$ من خرائط فك

الزمام - احسب إحداثي النقطة د التي تقع في منتصف الخريطة السابقة

ورقم خرائط تفريد مدن ١ : ١٠٠٠ التي تقع فيهما نقطة د؟

الحل:



خرائط فك الزمام:

إحداثى منتصف الخريطة (نقطة د)

$$\text{س د} = ٢٧ + ٠,٧٥ = ٢٧,٧٥ \text{ متر}$$

$$\text{ص د} = ١٦ + ٠,٥ = ١٦,٥ \text{ متر}$$

لإيجاد رقم خريطة تفريد مدن ١ : ١٠٠٠ التي تحوى نقطة د نقوم

بقسمة الإحداثى الصادى على ٠,٤

$$١٦,٥ \div ٠,٤ = ٤١,٢٥ \text{ أى نقطة د تقع فى الخريطة ذات الترتيب رقم ٤١}$$

فى الإتجاه الرأسى ويكون إحداثها (٤١ × ٠,٤ = ١٦,٤)

وبقسمة الإحداثى السينى على ٠,٦ :

$$٢٧,٧٥ \div ٠,٦ = ٤٦,٢٥ \text{ أى نقطة د تقع فى الخريطة ذات الترتيب رقم ٤٦}$$

فى الإتجاه الأفقى ويكون إحداثها (٤٦ × ٠,٦ = ٢٧,٦)

∴ رقم الخريطة هو:

$$\frac{١٦,٤}{٢٧,٦}$$

مثال ١٤: أوجد الخرائط المحيطة باللوحة $\frac{٦١٢}{٢٢٠,٥}$ مقياس ١ : ٢٥٠٠.

الحل:

$$\begin{array}{c} \frac{٦١٣}{٢٢٠,٥} \\ \frac{٦١٢}{٢١٩} \quad \boxed{\frac{٦١٢}{٢٢٠,٥}} \quad \frac{٦١٢}{٢٢٢} \\ \frac{٦١٢}{٢٢٠,٥} \end{array}$$

مثال ١٥: ماهى إحداثى مركز الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الذى إحداثيه

هو أحداث الركن الأيمن العلوى للخريطة الطبوغرافية

$$\frac{٩٧}{٦٤٥} \text{ رقم ٢٥٠٠٠ : ١}$$

الحل:

إحداثيات الخريطة الزراعية.

$$\text{ص أ} = ٩٧٠ + ١٠ = ٩٨٠ \text{ كم} ، \text{كم} = ٦٤٠ + ١٣,٥ = ٦٥٣,٥ \text{ كم}.$$

$$\text{رقم اللوحة المطلوبة ١ : ٢٥٠٠ هي } \frac{٩٧٩}{٦٥٣,٥}$$

مثال ١٦:

عند شق طريق من نقطة الى أخرى وجد أن ابتداء الطريق يقع في الركن الجنوبي الغربى للوحة ١ : ٢٥٠٠ برقم $\frac{٢٢}{١٢}$ ونهاية الطريق في اللوحة $\frac{١٧}{١٢}$: ٢٥٠٠ عند ركنها الشمالى الشرقى الشرق. أوجد طول هذا الطريق.

الحل:

إحداثيات أول الطريق س ١ ، ص ١ = ١٢ كم ، ٢٢ كم على الترتيب.

إحداثيات نهاية الطريق س ب ، ص ب = ١٣,٥ كم ، ١٨ كم

$$\text{المسافة} = \sqrt{(س - س ب)^2 + (ص - ص ب)^2}$$

$$= \sqrt{(١٢ - ١٣,٥)^2 + (٢٢ - ١٨)^2}$$

$$= \sqrt{١٨,٢٥} = ٤,٢٧٢ \text{ كم}$$

مثال ١٦: خط أب - النقطة أ هي مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٨٤}{٧٦,٥}$ والنقطة ب هي مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٨٧٠}{٧٢}$ ما هو

رقم الخريطة مقاس ١ : ٥٠٠ التى تكون تقع فية نقطة د

منتصف المسافة أ ب؟

الحل:

إحداثيات أ هي س ١ = ٧٦,٥ + ٠,٧٥ = ٧٧,٢٥ كم

ص ١ = ٨٤ + ٠,٥ = ٨٤,٥ كم

إحداثيات ب هي س ب = ٧٢,٧٥ كم ،

$$\text{ص ب} = ٨٧٠,٥ \text{ كم.}$$

$$\text{إحداثيات د هي سد} = \frac{\text{س أ} + \text{س ب}}{٢} = \frac{٧٢,٧٥ + ٧٧,٢٥}{٢} = ٧٥ \text{ كم}$$

$$\text{ص د} = \frac{\text{ص أ} + \text{ص ب}}{٢} = \frac{٨٧٠,٥ + ٨٤,٥}{٢} = ٥١٩,٧٥ \text{ كم}$$

رقم الخريطة ١ : ٥٠٠ التي د مركزها

$$\text{البسط} = \frac{٥١٩,٧٥}{٢} = ٢٥٩٨,٧٥$$

$$٥١٩,٦ = ,٢ \times ٢٥٩٨ =$$

$$\text{المقام} = \frac{٧٥}{,٣} = ٢٥٠$$

$$٧٥ = ,٣ \times ٢٥٠ =$$

$$\therefore \text{رقم الخريطة هو } \frac{٧٥}{٥١٩,٦}$$

مثال ١٨: ما هي أرقام اللوح الثمانية المحيطة بالخريطة ١-١-٤ جنوب غرب؟

الحل:

ش.ق ١٣-٠-٠	ش.غ ١٦-١-٠	ش.غ ١٥-١-٠
ج.ق ١-صفر-١	ج.غ ٤-١-١	ج.غ ٣-١-١
ج.غ ٥-صفر-١	ج.غ ٨-١-١	ج.غ ٧-١-١

تمارين على الباب الثالث

- ١- المساحة الحقيقية لقطعة أرض هي ٨,٦٥٧ فدان - فإذا كانت قطعة الأرض مرسومة في خريطة ١ : ٢٠٠٠ وكانت قيمتها بعد الإنكماش في الخريطة ٩٠ سم^٢ - عين معامل الإنكماش لهذه الخريطة.
- ٢- قيس خط على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ فكان طوله = ٤٠ سم صار بعد الإنكماش ٣٩,٦ سم - فإذا عينت مساحة قطعة أرض عليها بعد الإنكماش فكانت ٩٩,٨ سم^٢ - ما هي المساحة الفعلية وبالفدان وكسوره.
- ٣- لوحة مرسومة بمقياس ١ : ١٥٠٠ إنكششت بحيث أن خطا طوله ٥٠,٨ سم أصبح ٤٠ سم - وكانت مساحة قطعة أرض على هذه الخريطة ٢,٨ سم^٢ ما هي المساحة الصحيحة لقطعة الأرض بالأمتار المربعة.
- ٤- أوجد أرقام اللوح الثمانية المحيطة باللوحة الزراعية $\frac{1}{15}$ ، $\frac{21}{31,5}$.
- ٥- ما هو دليل الخريطة الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) رقم $\frac{62}{275}$ ، $\frac{21}{31,5}$ والمساحة التي يحويها.
- ٦- ما هي إحداثيات منتصف اللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم $\frac{28}{24,6}$ ، $\frac{22}{7,2}$
- ٧- ما هي إحداثيات منتصف اللوحة فك الزمام $\frac{7}{13,5}$ ، $\frac{90}{115,5}$
- ٨- ما هي الخرائط المحيطة باللوحة $\frac{24}{30}$ ١ : ٢٥٠٠
- ٩- خط أ ب - الرأس هي مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{95}{87}$ والرأس ب هي مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{880}{72}$ - إذا كانت نقطة د منتصف المسافة بين أ ب ما هو رقم الخريطة مقياس ١ : ٥٠٠ مركز أ لها.
- ١٠- ما هو رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة في الطرف الشمالي الشرقي للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{16}{275}$
- ١١- ترعة تبدأ من الركن الشمالي الغربي للخريطة الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{86}{1245}$ ونهايتها في الركن الجنوبي الشرقي للخريطة

الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{100}{1500}$ فما هو طول هذه التربة وإحداثيات منتصفها.

١٢- كلفت إنشاء تربة يمتد من الركن الشمالى الشرقى للخريطة الزراعية $\frac{25}{37,5}$ وتنتهى فى الركن الجنوبى الغربى للخريطة (١ : ٢٥٠٠) $\frac{38}{6}$ فما هو طول هذه التربة.

١٣- ما رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة فى الطرف الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{71}{315}$

١٤- بين الخرائط المحيطة بالخريطة $\frac{16}{27}$ من خرائط فك الزمام. ماذا تكون الأرقام لهذه الخرائط لو كان هذا الرقم لخرائط تفريد المدن ١ : ١٠٠٠.

١٥- ما هو رقم الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ والتي تحتوى على الخريطة الزراعية ذات الرقم $\frac{896}{112}$ وما هو إحداثى مركزها. ونقطة تقع على بعد ١٠ اسم من الحافة العلوية للخريطة وعلى بعد ١٥ اسم عن الحافة اليسرى

١٦- خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٥٠٠٠ ورقمها $\frac{821}{582}$ ما هى إحداثيات نقطة تقع فى الركن الشمالى الشرقى للخريطة الشمالية لهذه الخريطة.

١٧- لتوقيع أحد المشروعات احتجت للخريطة الزراعية رقم $\frac{612}{513}$ والخرائط المحيطة بها. ما هى أرقام هذه الخرائط. إذا كانت هذه الخريطة ترتيبها الرابع شرقاً والخامس شمالاً بالنسبة للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠. فما هو رقم هذه الخريطة.

١٨- خريطة مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ وجدت نقطة مثلثات إحداثياتها ٦١٢٨٥٠ متراً شمالاً، ٤١٨٩٢٠ متراً شرقاً. ما هو رقم هذه الخريطة وما هى إحداثيات الركن الجنوبى الشرقى بها.

١٩- منطقة مثلثات إحداثيات إحدى النقط هى ٥٣٤٣١٤ شمالاً، ٦١٢٣٤١ شرقاً. أذكر رقم الخريطة الطبوغرافية والخريطة الزراعية وخريطة تفريد المدن (١ : ٥٠٠) التى تقع فيها هذه النقطة.

٢٠- لإيجاد إحداثيات نقطة واقعة في خريطة زراعية قست بعدها عن حافتها اليسرى فكان ٣١,١٥ سم وبعدها عن حافتها السفلى فكان ١٢.١٨ سم. فما هي إحداثيات هذه النقطة إذا كان رقم الخريطة المستعملة $\frac{٤١٠}{٦٩١٥}$ فما هو ترتيب هذه الخريطة بالنسبة للخريطة الطبوغرافية $\frac{٤١}{٦٩٠}$ (١ : ٢٥٠٠٠).

٢١- قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب ج. فيها أ ب = أ ج. فإذا كانت النقطة ب تقع في الركن الشمالي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) والنقطة ج في الركن الشمالي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) ، أرتفاع المثلث على الضلع ب ج طوله ٢ كيلو متر. فأحسب المساحة للقطعة.

٢٢- وإذا كانت نقطة أ في التمرين السابق تقع في الركن الجنوبي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) فأوجد رقم هذه الخريطة.

٢٣- قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب ج تقع رؤوسها في الخرائط التالية: نقطة أ تبعد ٤ سم ، ٦ سم عن الحد الشرقي والشمالي للخريطة الزراعية $\frac{٨٤}{٩٦}$. نقطة ب تقع في مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٧٧}{٨٧}$ نقطة ج تبعد ١٤,٨ سم ، ٦,٢ سم عن الحد الغربي والجنوبي للخريطة الطبوغرافية رقم $\frac{٨}{١٠٥}$ (١ : ٢٥٠٠٠) فما هي مساحة هذه الأرض بالأقدنة.

الباب الرابع

المساحة بالبوصله

الباب الرابع

المساحة بالبوصلة

٤-١ - مقدمة:

عند عمل المساحة بطريقة الجنزير والتي تقتصر على رفع مناطق صغيرة يتطلب تعيين المضلع اللازم لرفع المنطقة، وربط أضلاع المضلع ببعضها بواسطة شبكة من المثلثات بدون اعتبار لقياس الزوايا بين هذه الأضلاع أو اتجاهاتها. ولكن عند استعمال هذه الطريقة في المساحات الكبيرة يتطلب جهدا كبيرا في العمل علاوة على أن هذه الطريقة لا يمكن استخدامها في المدن والقرى.

عند رفع مناطق ذات مساحات كبيرة أو داخل المدن يستخدم طريقة المضلع المساحي (الترافرس) وذلك بتحديد المضلع اللازم لرفع المنطقة وربط هذه الأضلاع ببعضها بواسطة تعيين اتجاه كل ضلع بالنسبة لإتجاه الشمال أو بإيجاد الزوايا المحصورة بين تلك الأضلاع. ويتم ذلك باستعمال بعض الأجهزة التي يمكن بها تعيين إتجاهات الأضلاع أو قياس الزوايا بين تلك الأضلاع ومن أمثلة هذه الأجهزة البوصلة المنشورية والتبؤدليت. وتمتاز المساحة بالترافرس (المضلع) عن المساحة بالجنزير بالدقة وإمكانية تحقيق العمل.

٤-٢ - المضلع أو الترافرس:

المضلع هو الشكل الكثير الأضلاع ويتكون في علم المساحة من عدد غير ثابت من الخطوط المستقيمة المتصلة من أطرافها ببعضها ونحصر فيما بينها زوايا.

٤-٣ - أنواع المضلعات

أ- المضلع المقفل:

في المضلع المقفل تكون فيه النهاية تقع على نقطة البداية، ويستعمل في رفع المدن والقرى.

ب- المضلع المفتوح:

وهو الذى لاينتهى بنقطة البداية ويستعمل فى رفع المناطق الممتدة مثل الطرق ومشاريع الري والصرف.

وغالبا ما يسمى المضلع مقرونا بإسم الجهاز المساحى الذى إستخدم فى رفعه حتى توقيعه على الخريطة فيقال ترافرس البوصلة إذا إستخدم فى رفعه البوصلة ويقال ترافرس التيودليت إذا رفع بجهاز التيودليت.

ولأشياء الترافرس يلزم قياس:

١- أطوال الخطوط.

٢- إنحرافات الخطوط.

٣- الزوايا بين الخطوط.

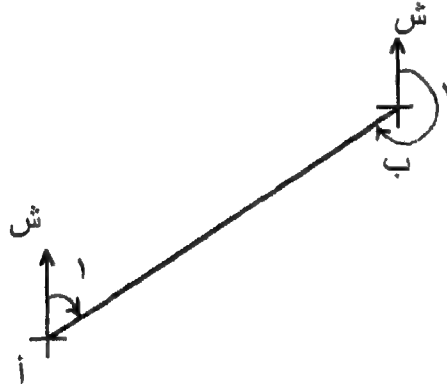
وتقاس الأطوال فى المضلعات بواسطة الجنزير أو الشريط الصلب أو باستخدام جهاز مساحى وذلك حسب أهمية العمل. أما بالنسبة لقياس إنحرافات الخطوط عن اتجاه الشمال المغناطيسى تحدد بواسطة البوصلة. وتقاس الزوايا بين الأضلاع بواسطة التيودليت أو يتم إستنتاجها من إنحرافات الأضلاع.

٤-٤-٤- أنحراف الخطوط

تقسم الأنحرافات الى:

الأنحراف الدائرى:

هو مقدار الزاوية المحصورة بين اتجاه الشمال المغناطيسى فى اتجاه حركة عقرب الساعة أبتداء من الشمال المغناطيسى. ويأخذ الأنحراف الدائرى للخط أى قيمة بين الصفر و 360° كما هو موضح بشكل (٤-١).



شكل (٤-١):

لأى خط له انحرافان دائريان فمثلا للخط أ ب الزاوية ١ هى الانحراف الدائرى للخط أ ب وتسمى انحراف أمامى للخط أ ب أو انحراف خلفى للخط ب أ. أما بالنسبة للزاوية ٢ فهى الانحراف الدائرى للخط ب أ وتسمى انحراف خلفى للخط أ ب أو انحراف أمامى للخط ب أ.

ويجب أن يكون الفرق بين الانحرافين (الأمامى والخلفى) للخط الواحد يساوى $\pm 180^\circ$ بشرط عدم تأثير القياسات بالجاذبية المحلية أو وجود خطأ فى القياس.

الانحراف الربع دائرى:

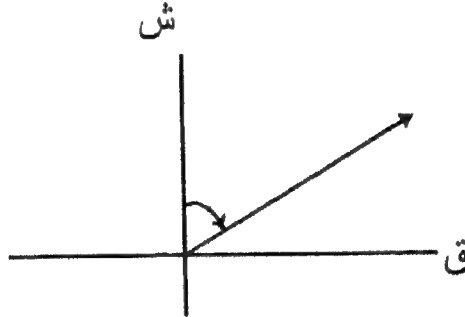
قيمة هذا الانحراف تتراوح ما بين الصفر ، 90° مع تحديد الربع الذى يقع فيه وهو مقاس من اتجاه الشمال أو الجنوب أو الشرق أو الغرب فى اتجاه حركة الساعة الى الخط. ويمكن حسابه من الانحراف الدائرى.

الانحراف المختصر:

هو الزاوية التى ينحرفها الخط عن الشمال أو الجنوب فقط وتتراوح قيمتها ما بين الصفر ، 90° . ويمكن حسابه كذلك من الانحراف الدائرى للخط مع تحديد الربع الذى يوجد به الخط .

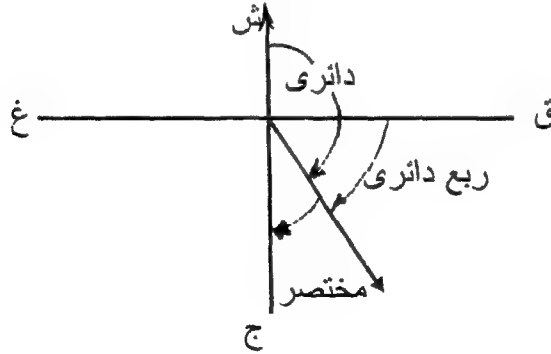
استنتاج الإنحرافات المختصرة والربع دائرى من الإنحراف الدائرى.

أ- إذا كان الانحراف الدائرى بين الصفر ، 90° فيكون هو نفسه الانحراف الربع دائرى والانحراف المختصر فى الاتجاه (شمال - شرق).

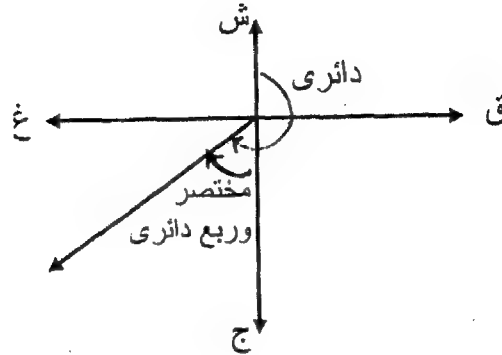


ب- إذا كان الانحراف الدائرى بين 90° ، 180° فيكون:

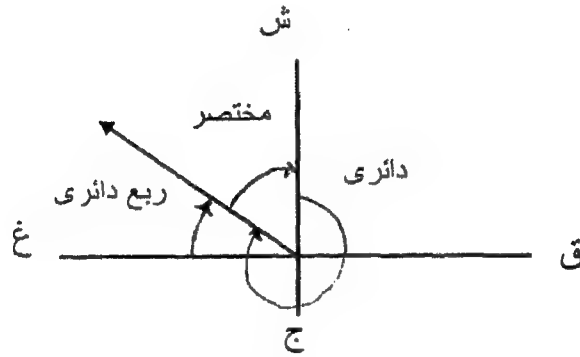
الأنحراف الربع دائري = الأنحراف الدائري - ٩٠°
 في الاتجاه (شرق - جنوب)
 والأنحراف المختصر = ١٨٠° - الأنحراف الدائري
 في الاتجاه (جنوب - شرق)



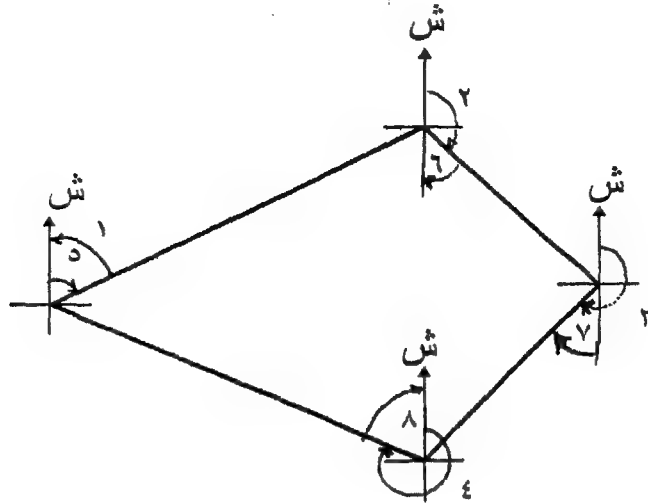
ج- إذا كان الأنحراف الدائري بين ١٨٠° ، ٢٧٠° فيكون:
 الأنحراف الربع دائري = الأنحراف الدائري - ١٨٠°
 في الاتجاه (جنوب - غرب)
 وهو أيضاً نفس الأنحراف المختصر.



د- إذا كان الأنحراف الدائري بين ٢٧٠° ، ٣٦٠° فيكون:
 الأنحراف الربع دائري = الأنحراف الدائري - ٢٧٠°
 في الاتجاه (غرب - شمال)
 والأنحراف المختصر = ٣٦٠° - الأنحراف الدائري
 في الاتجاه (شمال - غرب)



ويوضح شكل (٢-٤) الانحرافات الدائرية والمختصرة للمضلع أ ب ج د وفيه تكون الزوايا (١)، (٢)، (٣)، (٤) انحرافات دائرية و الزوايا (٥)، (٦)، (٧)، (٨).



انحرافات دائرية	١، ٢، ٣، ٤
انحرافات مختصرة	٥، ٦، ٧، ٨
شكل (٢-٤)	

مثال ١:

ما هي الانحرافات الربع دائرية والمختصرة للخطوط الآتية والتي معلوم انحرافاتها الدائرية.

الحل:

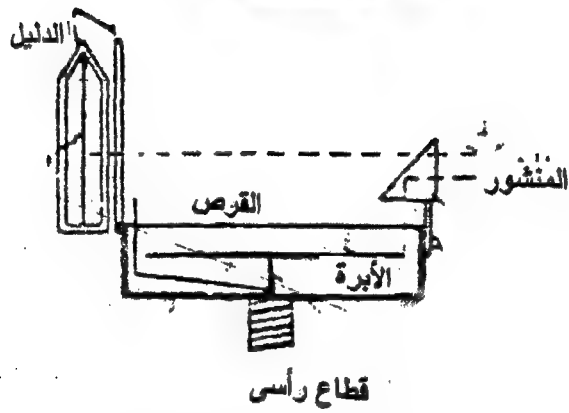
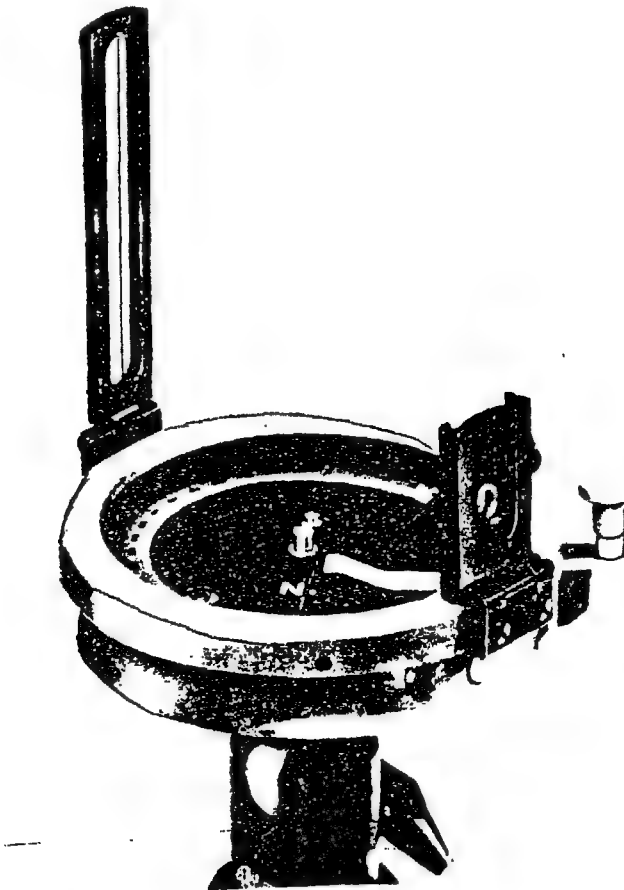
الخط	الانحراف الدائري	الانحراف الربع دائري	الانحراف المختصر
أ ب	٧٥'	ش ٧٥' ق	ش ٧٥' ق
ب ج	١٥٥'	ق ٦٥' ج	ج ٢٥' ق
ج د	٢٥٠'	ج ٧٠' غ	ج ٧٠' غ
د هـ	٣٢٠'	غ ٥٠' ش	ش ٤٠' غ

٤-٥- المساحة بالبوصلة:

تعتبر المساحة بالبوصلة إحدى طرق الرفع السريعة إلا أنها غير دقيقة. والبوصلة آلة بسيطة يمكن استعمالها لقراءة الانحرافات الدائرية الخاصة بالترافرس لأقرب نصف درجة حيث تقوم بتحديد انحراف اتجاهات أضلاع هذا المضلع المسمى بالترافرس عن اتجاه الشمال المغناطيسى. وتتركب البوصلة من الأجزاء الآتية (شكل ٤-٣):

١- علبة مستديرة: بقطر من ٦ الى ١٥ سنتيمتر مغطاة بقرص زجاجى لمنع تسرب الأتربة والرطوبة الى داخل العلبة وتوجد صمولة بأسفل العلبة لتثبيتها على حامل خاص ذو ثلاث أرجل ويوجد بداخل العلبة أبرة مغناطيسية وتدرج دائري.

٢- أبرة مغناطيسية: عبارة عن ساق ممغنطة من الصلب ترتكز من منتصفها على سن مدبب يقع فى مركز العلبة بحيث تكون الأبرة حرة الحركة على هذا السن وتتخذ دائماً وضعاً يشير فيه أحد طرفيها الى الشمال المغناطيسى ويوجد على الأبرة ثقل لموازنة الأبرة وجعلها أفقية.

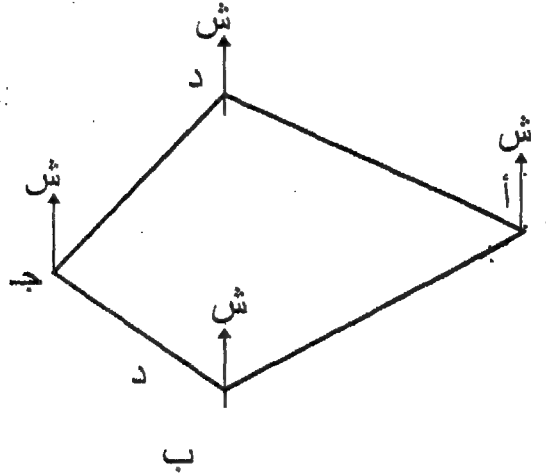


شكل (٣-٤): البوصله

٣- تدرج دائري: عبارة عن إطار من الألومنيوم مثبت بالأبرة ويدور معها، والإطار مقسم إلى درجات وأنصاف الدرجات ويبدأ صفر التدرج من طرف الأبرة والذي يشير إلى الجنوب ويزداد التدرج في اتجاه عقارب الساعة إلى ١٨٠ درجة والتي تدل على اتجاه الشمال ويستمر التدرج حتى ٣٦٠ درجة.

طريقة العمل بالبوصلية

تحاط المنطقة المراد رفعها بمضلع وليكن المضلع أ ب ج د كما في شكل (٤-٤) تحدد إنحراف أضلاعه عن اتجاه الشمال بالبوصلية وخطوات العمل كالآتي:



شكل (٤-٤)

- ١- نثبت البوصلة على حامل ذو ثلاث أرجل ونقف بها فوق إحدى نقاط المضلع ولتكن نقطة " أ " تماماً وذلك بضبط محور دوران البوصلة فوق هذه النقطة مباشرة ويمكن الإستعانة بخيط شاغول يعلق في الحامل عند مركز العلبة.
- ٢- نجعل البوصلة أفقية بالنظر وذلك بإستعمال الرأس الرحوية الموجودة برأس الحامل لهذا الغرض بحيث تكون أبرة البوصلة حرة الحركة.

- ٣- نوجه دليل البوصلة نحو الشاخص الموجود في نقطة "ب" في نهاية الحط أب بحيث تكون الفتحة الرأسية والشعرة الرأسية في الدليل والشاخص على استقامة واحدة.
- ٤- ننظر في الفتحة الرأسية بعد أن تثبت الإبرة (ومعها التدريج) تماماً عن الحركة ويلاحظ أنه يمكن رؤية الشعرة الرأسية والتدريج في وقت واحد فنقرأ التدريج الدائري عند أنطباق الشعرة الرأسية على التدريج فنحصل على الانحراف الأمامي للخط أ ب.
- ٥- نوجه دليل البوصلة الى نقطة "د" ونرصد الانحراف الخلفي للخط د أ بالطريقة السابقة مع قياس طول الخط أ ب ، د أ.
- ٦- تنتقل البوصلة الى نقطة "ب" وتكرر الخطوات ١ ، ٢ ثم نرصد نقطة "أ" ونقرأ الانحراف الخلفي للخط أ ب ثم نرصد نقطة "ج" ونقرأ الانحراف الأمامي للخط ب ج ونقيس طول الخط ب ج.
- ٧- ننقل البوصلة الى باقى نقط المضلع المقبول والموضح بالشكل (٤-٤) الواحدة تلو الأخرى ونعين الانحرافات الأمامية والخلفية لباقي خطوط المضلع.
- ٨- عندما نصل الى نقطة "د" نرصد "أ" ونقرأ الانحراف الأمامي للخط د أ وبذلك يتم رصد جميع انحرافات خطوط المضلع مع قياس أطوال أضلاعه أثناء الانتقال من نقطة الى أخرى.
- ٩- ندون الانحرافات الأمامية والخلفية المرصودة للخطوط في جدول كالاتى:

الخط	الخط متر	الانحرافات المرصودة		الفرق
		أمامي	خلفي	
أ ب	٥٧	١١ ٤٢	١٦ ٢٢٥	٥ ١٨٣
ب ج	٦٠	٣٠ ١٠٥	٣٠ ٢٨٤	٠ ١٧٩
ج د	٥٢	٠٤ ٢٠٩	٠٤ ٢٩	٠ ١٨٠
د أ	٦٣	٠٠ ٢٦٨	١٥ ٨٦	٤٥ ١٨١

- ١٠- نوجد الفرق بين الانحراف الأمامي والخلفي لكل خط للتأكد من دقة القياسات ويجب أن يكون هذا الفرق ± ١٨٠ درجة فإذا كان هناك خطأ صغير فقد يكون نتيجة عدم الدقة في قراءة انحراف الخط على تدريج البوصلة أو عدم الدقة في التوجيه على نهاية الخط. ثم صحح انحرافات

الأضلاع وأحسب الزوايا الداخلية ثم أرسم المضلع بمقياس رسم مناسب وحدد مقدار خطأ القفل على الرسم (حدد اتجاه الشمال المغناطيسى على الورقة أولاً).

مزايا البوصلة :

- ١ - خفة الوزن وسهولة الحمل ورخص الثمن وسرعة العمل .
- ٢ - إنحراف الخط يمكن الحصول عليه بوضع البوصلة على أى نقطة من الخط .
- ٣ - الانحرافات التى تتعين بالبوصلة مستقلة فإذا حدث خطأ فى إنحراف خط ما لا يؤثر على ما يليه من إنحرافات.

عيوب البوصلة :

- ١- الانحرافات المقاسة بالبوصلة بها تقريب لغاية ٣٠
- ٢- البوصلة من الآلات التى لا يمكن ضبطها .
- ٣ - تتأثر بالجاذبية المحلية .
- ٤ - لا يمكن الرصد بها لمسافات بعيدة .

٤-٦- تصحيح انحرافات الخطوط

بعد أن يتم قياس انحرافات المضلع يجب اجراء بعض التصحيحات لتقليل الأخطاء الناتجة عن :

- ١ - التوجيه والقراءة .
- ٢ - الجاذبية المحلية .

أولاً : تصحيح الأخطاء فى التوجيه والقراءة (طريقة المتوسطات)

يحسب الفرق بين الانحراف الأمامى والخلفى لكل خط ويقارن بالفرق النظرى الواجب حدوثه وهو $\pm 180'$ ، فإذا كان الخطأ فى الفرق بين الانحرافات الأمامية والخلفية صغيراً فى حدود بضع دقائق أو درجة على الأكثر وناتجاً غالباً من الخطأ فى الرصد أو التوجيه فيمكن تصحيح الانحرافات بطريقة المتوسطات بأخذ متوسط كل من الانحرافين الخاصين بكل خط . أما إذا كانت الفروق أكبر من درجة التصحيح بطريقة الجاذبية المحلية التى ستذكر فيما بعد .

مثال ١ : أخذت الانحرافات الأمامية والخلفية لخطوط المضلع أ ب ج د كانت كالتالى:

الخط	الطول بالمتر	الانحرافات المقاسة		الفرق
		أمامى	خلفى	
أ - ب	٤٢,٥٠	١٥٠ ٤٤	٣٣٠ ٣٠	١٧٩ ٤٦
ب - ج	٣٨,١٥	٢٢٢ ١٤	٤١ ٣٠	١٨٠ ٤٤
ج - د	٣٥,٠٠	٢٧٦ ٥	٩٧ ٥	١٧٩ ٠٠
د - هـ	٥١,٧٠	٣٤٥ ٤٥	١٦٦ ٤٥	١٧٩ ٠٠
هـ - أ	٥٢,٤٠	٧٠ ٣٧	٢٥٠ ٣٧	١٨٠ ٠٠

المطلوب تصحيح تلك الانحرافات بطريقة المتوسطات
الحل:

الخط	الطول بالمتر	الانحرافات المقاسة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
		أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٤٢,٥٠	١٥٠ ٤٤	٣٣٠ ٣٠	١٧٩ ٤٦	١٥٠ ٣٧	٣٣٠ ٣٧	١٨٠ ٠٠
ب ج	٣٨,١٥	٢٢٢ ١٤	٤١ ٣٠	١٨٠ ٤٤	٢٢١ ٥٢	٤١ ٥٢	١٨٠ ٠٠
ج د	٣٥,٠٠	٢٧٦ ٥	٩٧ ٥	١٧٩ ٠٠	٢٧٦ ٣٥	٩٦ ٣٥	١٨٠ ٠٠
د هـ	٥١,٧٠	٣٤٥ ٤٥	١٦٦ ٤٥	١٧٩ ٠٠	٣٤٦ ١٥	١٦٦ ١٥	١٨٠ ٠٠
هـ أ	٥٢,٤٠	٧٠ ٣٧	٢٥٠ ٣٧	١٨٠ ٠٠	٧٠ ٣٧	٢٥٠ ٣٧	١٨٠ ٠٠

ثانياً: طريقة التصحيح فى حالة وجود الجاذبية المحلية:

إذا كان هناك خطأ كبير مع التأكد مع أن القياس تم بطريقة صحيحة
فإن هذا يدل على وجود جاذبية محلية والتي تنشأ من وجود معادن مغناطيسية
مثل حديد التسليح فى المباني أو من وجود معادن مغناطيسية مثل حديد أو
وجود خامات الحديد على سطح أو باطن الأرض.... الخ مما يؤثر على
أنحراف الأبرة المغناطيسية فلا تكون حرة الحركة وتحرف عن اتجاه الشمال
ويتوقف مقدار هذا الانحراف عن مدى قرب تلك المعادن المغناطيسية من
البوصلة فقد توجد فى إحدى نقط المضلع وتخلو من بعضها. ويجب التخلص
من هذا الخطأ الناتج من تأثير الجاذبية المحلية حتى على الانحرافات

المصححة للأضلاع ويكون الفرق مساوياً ± 180 درجة. ونتيجة وجود الجاذبية المحلية فإن الانحرافات تحتوى على أخطاء. وكل انحراف مأخوذ من نقطة معينة يكون متأثراً بنفس قيمة الخطأ المتأثر بها الخطوط الأخرى المرصودة من نفس النقطة ولأجراء تصحيح الجاذبية المحلية فتوجد حالتان:

أ- التصحيح فى حالة وجود خط خالى من تأثير الجاذبية المحلية:
لإيجاد الانحرافات المصححة ندون الانحرافات المقاسة للخطوط فى الجدول ونوجد الفرق بين الانحراف الأمامى والانحراف الخلفى لجميع الخطوط فيكون الخط الذى عنده هذا الفرق $= 180$ خالى من تأثير الجاذبية المحلية ومن هذا الخط نبدأ التصحيح الى باقية الخطوط كما هو موضح فى الأمثلة التالية:

مثال : لرفع منطقة لإعادة تخطيطها وضع المضلع (أ ب ج د أ) وقيست الانحرافات الأمامية والخلفية وكانت كالاتى:

الخط	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	٠٠	٧٣
ب ج	٠٠	١٦٤
ج د	٤٠	٢٥٢
د ج	٣٠	٣١٢

أحسب الانحرافات الأمامية والخلفية المصححة إذا علم أن هناك جاذبية محلية.

الحل:

ندون البيانات السابقة فى الجدول ونوجد الفرق بين الانحرافات الأمامية والخلفية للخطوط، ثم نبحث عن الخط الخالى من تأثير الجاذبية المحلية فيكون الخط ج د حيث الفرق بين أنحرافى الخط الأمامى والخلفى $= 180$. ومعنى هذا أن جميع قراءات البوصلة التى تؤخذ عن كل من النقطتين ج ، د خالية من الأخطاء. أى أن أنحراف الخط ج د ب (الانحراف الخلفى

للخط ب جـ) صحيح يساوى ٢٠ °٣٤٢ وكذلك أنحراف الخط د (الأنحراف الأمامى للخط د أ) صحيح أيضا يساوى ٣٠ °٣١٢.

ندون فى الجدول الانحرافات الأمامى والخلفى ج د وكذلك الأنحراف الخلفى للخط ب جـ ويساوى ٢٠ °٣٤٢ وأيضا الأنحراف الأمامى د أ ويساوى ٣٠ °٣١٢. وبما أن الفرق بين الأنحراف الأمامى والخلفى للخط د أ يجب أن يكون ١٨٠ ° والأنحراف الأمامى الصحيح للخط ٣٠ °٣١٢. ∴ يمكن إيجاد الأنحراف الخلفى المصحح للخط د أ.

$٣٠ = ٣١٢ - ١٨٠ = ١٣٢$ ثم يدون فى الجدول. ولكن الأنحراف الخلفى للخط د أ المقاس هو ٣٠ °١٣٦ أى أن هناك خطأ فى أنحراف اتجاه الشمال المغناطيسى مقداره - ٤ ° ويوجد فى جميع قراءات البوصلة التى تؤخذ من النقطة أ. لذلك يجب إضافة هذا الخطأ بنفس الإشارة الى الأنحراف الأمامى المقاس للخط أ ب للحصول على الأنحراف المصحح.

أى أن الأنحراف الأمامى للخط أ ب المصحح = $٧٣ - ٤ = ٦٩$ °

الأنحراف الخلفى للخط أ ب المصحح = $١٨٠ + ٦٩ = ٢٤٩$ °

وبنفس الطريقة أيضا الفرق بين الأنحراف الخلفى المقاس والصحيح وللخط أ ب هو ٤٠ °١. يضاف هذا الخطأ الى الأنحراف الأمامى للخط ب جـ (بنفس إشارة الخطأ). فيكون الأنحراف الأمامى للخط ب جـ الصحيح

$$٠٠ = ١٦٤ - ٤٠ = ١٢٤$$

والأنحراف الخلفى للخط ب جـ الصحيح = $١٦٢ + ٢٠ = ١٨٠$ °٣٤٢ وهو نفس الأنحراف المرصود.

الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق	الأنحرافات المقاسة		
	خلفى	أمامى		خلفى	أمامى	
١٨٠	٢٤٩ ٠٠	٦٩ ٠٠	١٧٧ ٤٠	٢٥٠ ٤٠	٧٣ ٠٠	أ ب
١٨٠	٣٤٢ ٢٠	١٦٢ ٢٠	١٧٨ ٢٠	٣٤٢ ٢٠	١٦٤ ٠٠	ب جـ
١٨٠	٧٢ ٤٠	٢٥٢ ٤٠	١٨٠ ٠٠	٧٢ ٤٠	٢٥٢ ٤٠	ج د
١٨٠	١٣٢ ٣٠	٣١٢ ٣٠	١٧٦ ٠٠	١٣٦ ٣٠	٣١٢ ٣٠	د أ

مثال ٢ : أخذت الانحرافات التالية لمضلع مقفل أ ب ج د هـ أ كما يلي:

أ ب	١١	٤٢	ج ب	٣٠	٢٨٤
ج د	٠٤	١٩١	د هـ	١٥	٨٦
هـ أ	١٢	٣١٦	ب أ	١٦	٢٢٥
ب ج	٣٠	١٠٥	د ج	٠٤	١١
د هـ	٠٠	٢٦٨	أ هـ	٥٢	١٣٥

المطلوب: تصحيح الانحرافات بطريقة الجاذبية المحلية

الحل :

الفرق	الانحرافات المقاسة		الفرق	الانحرافات المصححة	
	أمامي	خلفي		أمامي	خلفي
أ ب	١١	٤٢	١٨٣	١٦	٢٢٤
ب ج	٣٠	١٠٥	١٧٩	٣٠	٢٨٤
ج د	٠٤	١٩١	١٨٠	٠٤	١١
د هـ	٠٠	٢٦٨	١٨١	١٥	٨٨
هـ أ	١٢	٣١٦	١٨٠	٥٢	١٣٧

ب- في حالة عدم وجود خط خالي من تأثير الجاذبية المحلية:

في هذه الحالة وبعد تدوين الانحرافات المقاسة في الجدول وإيجاد الفروق بين كل أنحرافى الخطوط، نبحث عن الخط الذى يكون عنده الخطأ بين الانحراف الأمامى والخلفى أصغر ما يمكن. ثم نبدأ بتصحيح هذا الخطأ بطريقة المتوسطات ويعتبر هذا الخط أساس لتصحيح الانحرافات الأخرى للأضلاع باتباع الطريقة السابقة.

مثال: صحح بطريقة الجاذبية المحلية أنحرافات المضلع المقفل أ ب ج د إذا

كانت الانحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشورية للخطوط كما

يلي:

أ ب	٠٠	١٤٤	د ج	٣٠	٢٤٧
ب ج	٣٠	٢٧٨	ب أ	١٥	٥٧
أ د	٠٠	٢٢٢	ج د	٠٠	٦٨
ج ب	٤٥	٩٩	أ ب	٠٠	٢٣٦

الحل:

تدون الانحرافات المقاسة في الجدول ونوجد الفرق بين الأمامي والخلفي ونلاحظ أن الفروق أكثر من درجة وأنه لا يوجد خط خالي من الجاذبية المحلية.

كما يلاحظ من الجدول أن أقل الأخطاء يوجد بالخط جـ د حيث أن الفرق بين الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي $= 30 - 179 = 149$ ومقدار الخطأ هو ٣٠ لذلك يصحح هذا الخط بطريقة المتوسطات. وبمقارنة الانحراف الأمامي المقاس بالانحراف الأمامي الصحيح للخط جـ د نجد أن الخطأ عبارة عن (-١٥) وهذا الخطأ يشترك فيه جميع الانحرافات المقاسة من نقطة جـ وبالتالي يمكن إيجاد الانحراف الخلفي بـ جـ مثل الطريقة السابقة.

الانحراف الخلفي للخط بـ جـ المصحح

$$= 45 - 99 = 15 - 30 = 99$$

الانحراف الأمامي للخط بـ جـ المصحح

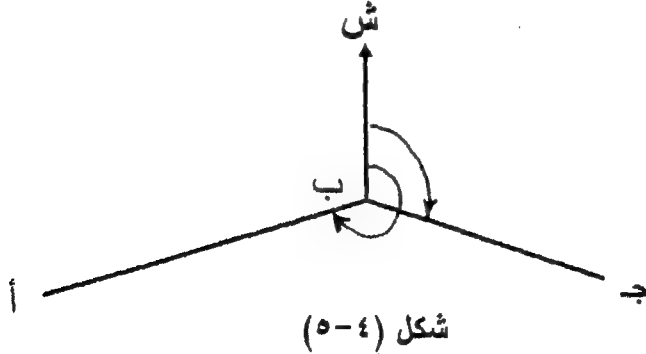
$$= 30 + 99 = 180 - 279 = 99$$

وهكذا يستمر التصحيح يمثل الطريقة السابقة مباشرة لتصحيح الباقي. والجدول التالي يوضح الانحرافات المقاسة والانحرافات المصححة.

الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق	الانحرافات المقاسة		
	خلفي	أمامي		خلفي	أمامي	
١٨٠	٥٨ ١٥	٢٣٨ ١٥	١٧٨ ١٥	٥٧ ١٥	٢٣٦ ٠٠	أ ب
١٨٠	٩٩ ٣٠	٢٧٩ ٣٠	١٧٨ ٤٥	٩٩ ٤٥	٢٧٨ ٣٠	ب ج
١٨٠	٢٤٧ ٤٥	٦٧ ٤٥	١٧٩ ٣٠	٢٤٧ ٣٠	٦٨ ٠٠	جـ د
١٨٠	٣٢٤ ١٥	١٤٤ ١٥	١٧٨ ٠٠	٣٢٢ ٠٠	١٤٤ ٠٠	د أ

٤-٧- حساب الزوايا الداخلية للترافرس (المضلع):

لإيجاد الزاوية أ ب ج شكل (٥-٤) نضع البوصلة عند رأس الزاوية (النقطة ب) ثم نرصد الشاخص عند النقطة أ بواسطة البوصلة وبعد ثبوت الأبرة المغناطيسية نقرأ التدريج الدائري فنحصل على الانحراف الخلفي للخط أ ب وبالمثل نرصد الشاخص عند النقطة ج ثم نوجد الانحراف الأمامي للخط ب ج.



شكل (٥-٤)

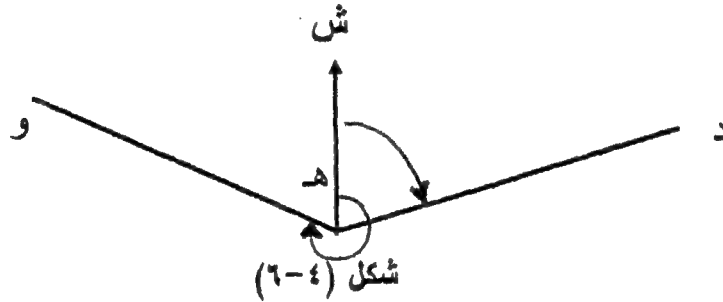
وبما أن اتجاه الشمال المغناطيسى ثابت للأبرة فيكون الفرق بين الانحرافين هو الزاوية الداخلية بين الضلعين أ ب ، ب ج (أ ب ج).

∴ الزاوية الداخلية أ ب ج =

= الانحراف الخلفي للخط أ ب - الانحراف الأمامي للخط ب ج ∴ الزاوية بين أى خطين

= الانحراف الخلفي للخط السابق - الانحراف الأمامي للخط التالي

وأحياناً يكون مقدار الفرق بين الإنحرافين بإشارة سالبة شكل (٦-٤). حيث يكون الانحراف الخلفي للخط د ه أقل من الانحراف الأمامي للخط ه و. ومثل هذه الحالة يعطى الزاوية المنكسرة الخارجية بين الخطين د ه ، ه و. وللحصول الداخلية نضيف ٣٦٠° على الانحراف الخلفي د ه (الخط السابق) ثم نطرح من هذه القيمة الانحراف الأمامي للخط ه و (الخط التالي).



شكل (٦-٤)

وعند إيجاد الزوايا الداخلية بين أضلاع المضلع المقاسة أنحرافاته بواسطة البوصلة يجب أولاً تصحيح تلك الانحرافات المقاسة، ثم تحسب الزوايا الداخلية بين الأضلاع من الانحرافات المصححة. وللتأكد من دقة الحسابات يجب عمل التحقيق الحسابي وذلك بجمع الزوايا الداخلية للمضلع والتي يجب أن تكون مساوية للعلاقة التالية:

$$\text{مجموع الزوايا الداخلية في أى مضلع} = (٢ - ٤)ق$$

حيث ن عدد الزوايا أو أضلاع المضلع

مثال ١ : أ ب ج د هـ أ مضلع مقفل قيست أضلاعه فكانت ٤٥,٠٠ - ٤٠,٠ - ٧٠,٠ - ٤٠,٠ - ٦٠,٠ متراً على التوالي. وقيست إنحرافات الخطوط الأمامية والخلفية بالبوصلة المنشورية فكانت:

أ ب :	٣٠	٢٧٠	٣٠	٨٩
ب ج :	٣٠	٣٥٩	٣٠	١٨٠
ج د :	١٥	٦٠	٤٥	٢٣٩
د هـ :	٤٥	١٤٩	١٥	٣٣٠
هـ أ :	٣٠	٢١٠	٣٠	٢٩

ما هي الزوايا الداخلة للمضلع المصححة

الزوايا الداخلية	الانحرافات المصححة		الضلع	الانحرافات المرصودة		الفرق	الطول
	خلفى	أمامى		خلفى	أمامى		
أ ب	٩٠ ٠٠	٢٧٠ ٠٠	١٨١ ٠٠	٨٩ ٣٠	٢٧٠ ٢٠	٤٥	٤٥
ب ج	١٨٠ ٠٠	٣٦٠ ٠٠	١٧٩ ٠٠	١٨٠ ٣٠	٣٥٩ ٣٠	٤٠	٧٠
ج د	٢٤٠ ٠٠	٦٠ ٠٠	١٧٩ ٣٠	٢٣٩ ٤٥	٦٠ ١٥	٧٠	٤٠
د هـ	٣٣٠ ٠٠	١٥٠ ٠٠	١٨٠ ٣٠	٣٣٠ ١٥	١٤٩ ٤٥	٤٠	٦٠
هـ أ	٣٠ ٠٠	٢١٠ ٠٠	١٨١ ٠٠	٢٩ ٣٠	٢١٠ ٣٠	٦٠	٤٥

مجموع الزوايا الداخلية ٥٤٠ ٠٠

عدد أضلاع المضلع خمس أضلاع

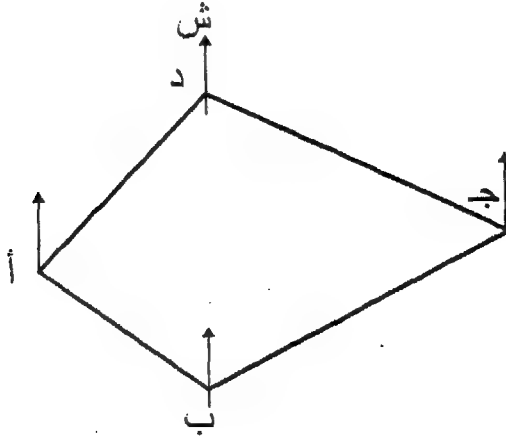
$$\therefore \text{مجموع الزوايا الداخلة} = (٢ - ٤)ق = ٩٠ \times (٤ - ٥) = ٥٤٠ ٠٠ ٠$$

٤-٧- طرق رسم المضلع:

توجد عدة طرق لرسم المضلع ومنها:

١- توقيع الخطوط بالمنقلة بواسطة إنحرافات:

نفرض أننا نريد توقيع المضلع السابق تصحيحاً فتبدأ من أ مثلاً ونرسم خط الشمال عندها ثم نرسم خطاً يمثل إنحراف أ ب شكل (٤-٧) نوقع عليه الطول أ ب بمقياس الرسم فتتعين ب، من ب نرسم اتجاه الشمال ثم نعين اتجاه ب ج بتوقيع إنحرافه، ونأخذ عليه الطول ب ج بمقياس الرسم وهكذا نكرر العملية حتى نوقع جميع الخطوط وهي طريقة غير دقيقة على الإطلاق.



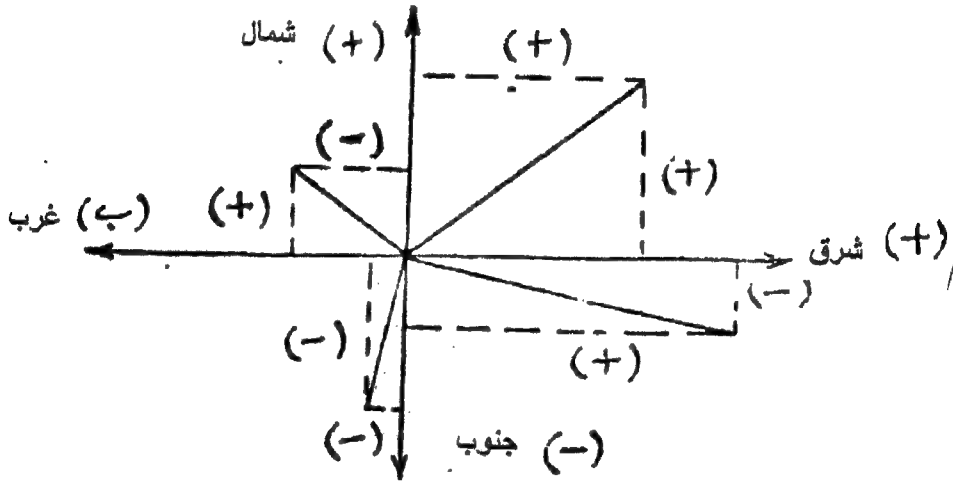
شكل (٤-٧)

٢- توقيع الخطوط بالزوايا الداخلية للمضلع:

تحسب الزوايا الداخلية بين الخطوط بعد تصحيح الانحرافات ثم نوقع خط بعد آخر بالمنقلة. وهي كسابقتها غير دقيقة لأستعمالنا المنقلة في التوقيع.

٣- طريقة مركبات الأحداثيات:

وهذه الطريقة أدق الطرق وتستخدم في ترافرس التيودوليت. وفي هذه الطريقة يكون لكل خط في المضلع له مسقطان بالنسبة لاتجاه الشمال المغناطيسى أحدهما يوازي اتجاه الشمال ويعرف بالمركبة الرأسية كما في شكل (٤-٨) وتختلف إشارة الأحداثيات باختلاف ربع الدائرة الذى يقع فيه المضلع.



شكل (٨-٤)

أما قيمة المركبات تتوقف على طول الخط وزاوية إنحرافه (الأنحراف المختصر).

طول المركبة الرأسية = طول المضلع \times جتا (زاوية الإنحراف المختصر)

طول المركبة الأفقية = طول المضلع \times جا (زاوية الإنحراف المختصر)

ولتوقيع المضلع نفرض نقطة أ وترسم المركبة الأفقية للخط أب موازياً للمحور السيني ومنها يرسم المركبة الرأسية للخط أب موازياً للمحور الصادي لنصل إلى ب ومن نقطة ب نرسم المركبة الأفقية للخط ب ج موازياً للمحور الصادي لنصل إلى ج وهكذا حتى يستكمل كل أضلاع المضلع. ولكي يكون المضلع المقلل صحيحاً يجب أن يتحقق الشرطين التاليين:
أ- المجموع الجبري للمركبات الرأسية لخطوط المضلع = صفراً.
أ- المجموع الجبري للمركبات الأفقية لخطوط المضلع = صفراً.

٨-٤ - خطأ القفل بالترافرس:

عند توقيع أو رسم المضلع (الترافرس) بمقياس الرسم المطلوب قد يحدث أن نقطة البداية ونقطة النهاية لا تتطابقان معاً وتسمى المسافة بين نقطة البداية والنهاية بخطأ القفل. ويمكن تحديد دقة العمل بمعرفة نسبة خطأ القفل وهذه تحسب من العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة خطأ القفل} = \frac{\text{طول خطأ القفل}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

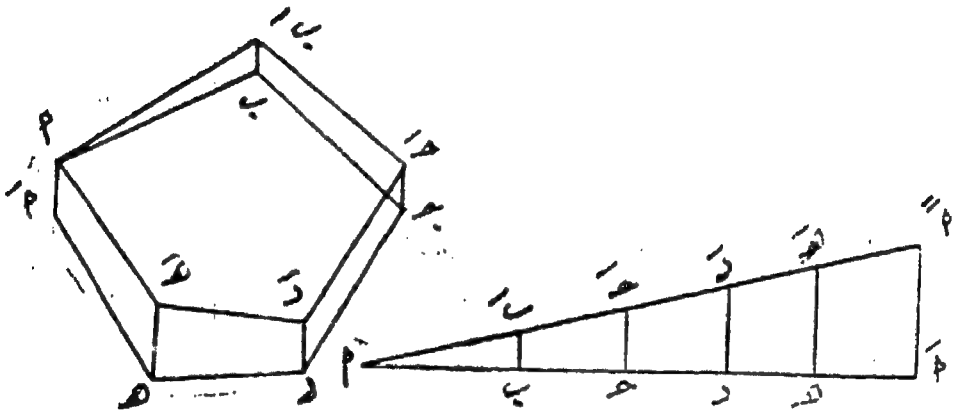
هذه النسبة يجب ألا تزيد عن $\frac{1}{10}$ فى الأراضى الوعرة ذات الطبوغرافية الشديدة مع القياس بالجنزير وعن $\frac{1}{20}$ فى المدن. ويجب ألا يتعدى هذا الخطأ عن النسبة السابقة وإلا يعاد قياسات الأطوال والانحرافات بدقة أكبر لنحصل على الخطأ المسموح.

٩-٤- تصحيح خطأ القفل:

يمكن تصحيح خطأ القفل بالطرق الآتية:

أ- التصحيح بالطريقة التخطيطية

إذا كان التوقيع بطريقة الانحرافات أو بالزوايا الداخلية، فعند توقيع المضلع فأنا نبدأ بنقطة مثل أ ونوقع الخطوط تباعاً حتى النقطة أ مرة أخرى ولكن يندر أن نرجع لنفس النقطة تماماً وإنما نصل الى نقطة أخرى أ وتسمى المسافة أ أ بطول خطأ القفل (شكل ٩-٤). ويتم تصحيح خطأ القفل تخطيطاً. حيث يرسم الخط أ أ طوله محيط المضلع وتعين الأطوال أ ب ، ب ج ، ج د الخ. ثم نقيم من أ عمود أ أ يعادل طول خطأ القفل للترافرس ثم تصل نهاية هذا العمود أ بنقطة البداية وبخط منقط. بعد ذلك نرسم أعمدة عند كل نقطة مثل ه ه ، د د ، ج ج. الخ لتقابل هذا الخط المنقط. ثم نرسم من رؤوس المضلع أبتداءاً من النقطة ب الطول ب ب يوازى خطأ القفل أ أ وفى نفس اتجاهه وكذلك عند ج مثل ج ج ... الخ. وبذلك تتعين الرؤوس ب ، ج ، د ، ه بالإضافة الى أ والتى تمثل رؤوس المضلع بعد التصحيح.



شكل (٩-٤): تصحيح خطأ القفل بالطريقة التخطيطية

ب- التصحيح بطريقة إحداثيات المضلع:

تستخدم هذه الطريقة إذا تم توقيع المضلع بطريقة المركبات. حيث تقاس الانحرافات الأمامية والخلفية للخطوط وتصحح كما سبق بحيث يكون الفرق بين الانحرافين ١٨٠°. ثم تحسب المركبات (الإحداثيات) الأفقية والرأسية للخطوط كما ذكرنا من قبل. إذا كانت مجموع المركبات الرئيسية الموجبة لا يساوي مجموع المركبات الرئيسية السالبة وبالمثل إذا كانت المركبات مجموع الأفقية الموجبة لا تساوي مجموع المركبات الأفقية السالبة. فأننا نحصل من هذه الفروق على مقدار خطأ القفل.

$$\text{خطأ القفل} = \sqrt{(\text{المركبة الأفقية للخطأ})^2 + (\text{المركبة الرأسية للخطأ})^2}$$

وهذا الخطأ يوزع بحيث ينصب أغلبته على طول المضلع ولا يصيب الزوايا إلا بأقل قدر ممكن من التغيير. ويصحح خطأ القفل كما سبق تخطيطيا أما في طريقة الإحداثيات فتصحح الإحداثيات كما يلي:

تصحيح المركبة الرأسية للخط

$$= \frac{\text{طول الخط}}{\text{أطوال خطوط المضلع}} \times \text{المركبة الرأسية لخطأ القفل}$$

تصحيح المركبة الأفقية للخط

$$= \frac{\text{طول الخط}}{\text{أطوال خطوط المضلع}} \times \text{المركبة الأفقية لخطأ القفل}$$

ثم يرسم المضلع نقطة بإستعمال القياسات الطولية فقط - ويلاحظ لتحديد إحدى نقط المضلع يرسم الإحداثى الأفقى موازيا للمحور السينى وبمسافة تساوى الأحداثى الأفقى ومنها يرسم الأحداثى الرأسى المصحح موازيا للمحور الصادى فتصل إلى النقطة التالية من نقط المضلع وهكذا. وبذا تتلاشى عدم قفل المضلع إذ أننا صححنا سلفاً خطأ القفل فيه.

أمثله محلولة

مثال ١: أخذت الانحرافات التالية بالبوصله المنشورية في ترافرس مقفل أ ب ج د أ - والمطلوب تصحيحها ثم استنتاج الانحرافات المختصرة لأضلاع الترافرس.

الخط	الانحراف الأمامي	الانحراف الخلفي
أ ب	٣٠ ٢٢٥	١٥ ٤٥
ب ج	٠٠ ٢٩٩	٠٠ ١٢٠
ج د	٠٠ ٣١	١٥ ٢١٠
د أ	٠٠ ١٣٥	٠٠ ٣١٥

يلاحظ أن التصحيح للانحرافات كان بطريقة المتوسطات حيث الفروق بسيطة ولا تتعدى ١

الخط	الانحرافات المرصودة		الفروق	الانحرافات المصححة		الفروق	الانحراف المختصر
	أمامي	خلفي		أمامي	خلفي		
أ ب	٣٠ ٢٢٥	١٥ ٤٥	١٨٠ ١٥	٢٥ ٢٢٥	٣٠ ٤٥	١٨٠	ج ٣٠ ٤٥ غ
ب ج	٠٠ ٢٩٩	٠٠ ١٢٠	١٧٩ ٠٠	١٥ ٢٩٩	١٥ ١١٩	١٨٠	ش ٤٥ ٥٠ غ
ج د	٠٠ ٣١	١٥ ٢١٠	١٧٩ ١٠	١٥ ٣٠	١٥ ٢١٠	١٨٠	ش ١٥ ٣٠ ق
د أ	٠٠ ١٣٥	٠٠ ٣١٥	١٨٠ ٠٠	٠٠ ١٣٥	٠٠ ٣١٥	١٨٠	ج ٠٠ ٤٥ ق

مثال ٢: صحح بطريقة الجاذبية المحلية انحرافات للمضلع أ ب ج د أ - إذا

كانت الانحرافات للخطوط على التوالي هي:

أ ب : ١٤٤	،	ب أ : ٣٢٢
ب ج : ٦٨	،	ج ب : ٢٤٧,٥
ج د : ٢٧٨,٥	،	د ج : ٩٩,٧٥
د أ : ٢٣٦	،	أ د : ٥٧,٢٥

الخط	الانحرافات المرصودة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
	أمامي	خلفي		أمامي	خلفي	
أ ب	١٤٤ ٠٠	٣٢٣ ٠٠	١٧٨ ٠٠	١٤١ ٤٥	٣٢١ ٤٥	١٨٠ ٠٠
ب ج	٦٨ ٠٠	٢٤٧ ٣٠	١٧٩ ٣٠	٦٧ ٤٥	٢٤٧ ٤٥	١٨٠ ٠٠
ج د	٢٧٨ ٣٠	٩٩ ٤٥	١٧٨ ٤٥	٢٧٨ ٤٥	٩٨ ٤٥	١٨٠ ٠٠
د أ	٢٣٦ ٠٠	٥٧ ١٥	١٧٨ ٤٥	٢٣٥ ٠٠	٥٥ ٠٠	١٨٠ ٠٠

ملاحظات على الحل:

- ١- الفرق بين الانحرافين أقل ما يمكن في الخط ب ج وهو ٣٠
- ٢- صحح الانحرافين الأمامي والخلفي للخط ب ج بطريقة المتوسطات حتى نحصل على فرق ١٨٠.
- ٣- صحح بقية الانحرافات بطريقة الجاذبية.

- مثال ٣: الأرصاد الآتية أخذ لترافرس مقل أ ب ج د هـ أ. والمطلوب إيجاد:
- ١- الانحرافات المصححة للمضلع.
 - ٢- الكميات اللازمة لرسم المضلع بطريقة الأحداثيات.

الخط	الطول بالمتر	الانحراف الأمامي	الانحراف الخلفي
أ ب	٥٨	١٨ ٦٤	١٨ ٢٤٤
ب ج	٩٠	١٩ ١٢٨	٤٩ ٣٠٧
ج د	٦٣	٠٥ ٢٠١	٣٥ ٢٢
د هـ	٤٥	٤٩ ٢٨٨	٥٩ ١٠٧
هـ أ	٩٤	١٨ ٣٢٤	٨ ١٤٤

الحل:

أولاً: تصحيح الانحرافات الدائرية للمضلع

الطول	الخط	الانحرافات المرصودة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
		أمامي	خلفي		أمامي	خلفي	
أ ب	٥٨	١٨ ٦٤	١٨ ٢٤٤	١٨٠ ٠٠	١٨ ٦٤	١٨ ٢٤٤	١٨٠ ٠٠
ب ج	٩٠	١٩ ١٢٨	٤٩ ٣٠٧	١٧٩ ٣٠	١٩ ١٢٨	١٩ ٣٠٨	١٨٠ ٠٠
ج د	٦٣	٠٥ ٢٠١	٣٥ ٢٢	١٧٨ ٣٠	٣٥ ٢٠١	٣٥ ٢١	١٨٠ ٠٠
د هـ	٤٥	٤٩ ٢٨٨	٥٩ ١٠٧	١٨٠ ٥٠	٤٩ ٢٨٧	٤٩ ١٠٧	١٨٠ ٠٠
هـ أ	٩٤	١٨ ٣٢٤	٨ ١٤٤	١٨٠ ١٠	٠٨ ٣٢٤	٠٨ ١٤٤	١٨٠ ٠٠

ثانياً: طريقة إحداثيات المضلع (الكميات):

الخط	الطول	الدائري المصحح	المختصر	الإحداثي الرأسى	الإحداثي الأفقى	الإحداثي الرأسى المصحح	الإحداثي الأفقى المصحح
أ ب	٥٨	١٨ ٦٤	١٨ ٦٤	٥٨ جتا ١٨ ٦٤	٥٨ جا ١٨ ٦٤	٢٥,١٩٧٥ +	٥٢,١١٧١ +
ب ج	٩٠	١٩ ١٢٨	٤١ ٥١	٩٠ جتا ٤١ ٥١	٩٠ جا ٤١ ٥١	٥٥,٧٣٢٤ -	١٩,٤٨٦٣ +
ج د	٦٣	٣٥ ٢٠١	٣٥ ٢١	٦٣ جتا ٣٥ ٢١	٦٣ جا ٣٥ ٢١	٥٨,٥٣٧١ -	٢٣,٣٣٧١ -
د هـ	٤٥	٤٩ ٢٨٧	١١ ٧٢	٤٥ جتا ١١ ٧٢	٤٥ جا ١١ ٧٢	١٣,٨٠٣٣ +	٢,٩٥٣٨ -
هـ أ	٩٤	١٨ ٣٢٤	٥٢ ٣٥	٩٤ جتا ٥٢ ٣٥	٩٤ جا ٥٢ ٣٥	٧٥,٢٦٩٧ +	٥٥,٣١٢٥ -
محيط المضلع	٣٥٠			١١٤,١٢٤٦ +	١٢١,٩٧٧٨ +	١١٤,٢٧٠٥ +	١٢١,٦٠٣٤ +
				١١٤,٣٨٣٧ -	١٢١,٠٩٢٣ -	١١٤,٢٧٠٥ -	١٢١,٦٠٣٤ -
				٠,٢٥٩١ -	٠,٨٨٥٥ +	٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠

مثال ٤: أ ب ج د هـ أ مضلع قيست أطوال أضلاعه فكانت ٤٥,٠ ، ٤٠,٠ ، ٧٠,٠ ، ٤٠,٠ ، ٥٠,٠ مترا على التوالي، وقيست أنحرافات الخطوط الأمامية والخلفية بالبوصله المنشورية فكانت:

ب ج = ٣٠ ، ٣٥٩ ، د هـ = ٤٥ ، ١٤٩ ، هـ أ = ٣٠ ، ٢٩
 د ج = ٤٥ ، ٢٣٩ ، ب أ = ٣٠ ، ٨٩ ، ج ب = ٣٠ ، ١٨٠
 هـ د = ١٥ ، ٣٣٠ ، هـ أ = ٣٠ ، ٢١٠ ، أ ب = ٣٠ ، ٢٧٠
 ج د = ١٥ ، ٦٠

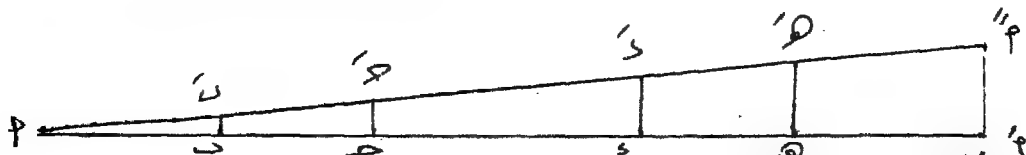
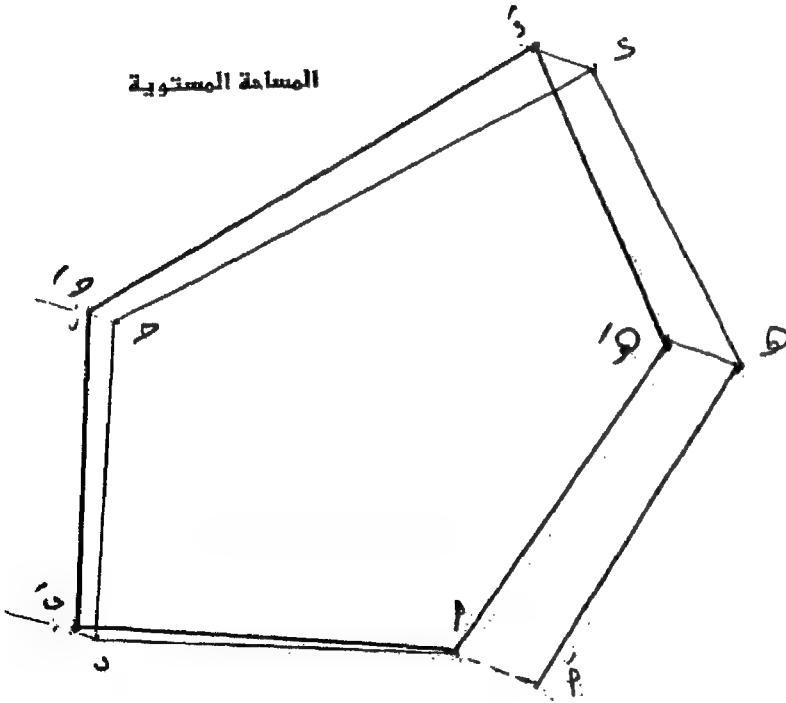
ما هي الزوايا الداخلية للمضلع المصححة - ثم أرسم المضلع على ورقة مربعات بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ ثم صححه تخطيطيا.

الخط	الطول متر	الانحرافات المقاسة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
		أمامي	خلفي		أمامي	خلفي	
أ ب	٤٥	٢٧٠ ٣٠	٨٩ ٣٠	١٨١ ٠٠	٢٧٠ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٨٠
ب ج	٤٠	٣٥٩ ٣٠	١٨٠ ٣٠	١٧٩ ٠٠	٣٦٠ ٠٠	١٨٠ ٠٠	١٨٠
ج د	٧٠	٦٠ ١٥	٢٣٩ ٤٥	١٧٩ ٣٠	٦٠ ٠٠	٢٤٠ ٠٠	١٨٠
د هـ	٤٠	١٤٩ ٤٥	٣٣٠ ١٥	١٨٠ ٣٠	١٥٠ ٠٠	٣٣٠ ٠٠	١٨٠
هـ أ	٦٠	٢١٠ ٣٠	٢٩ ٣٠	١٨١ ٠٠	٢١٠ ٠٠	٣٠ ٠٠	١٨٠

لرسم المضلع بما أن مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠ أى كل ١ سم على الخريطة يمثل ١٠ متر على الطبيعة وبذلك تكون أطوال الأضلاع بمقياس الرسم المعطى على الرسم كالتالى:

أ ب = ٤,٥ سم ، ب ج = ٤,٠ سم ، ج د = ٧,٠ سم ، د هـ = ٤,٠ سم ، هـ أ = ٥,٠ سم ، ولإيجاد الزوايا الداخلية للمضلع نرتب أولا الانحرافات المقاسة فى الجدول ثم نصحح تلك الرصاد بالطريقة المناسبة. ويلاحظ هنا أن الطريقة المناسبة هي طريقة المتوسطات حيث أن الخطأ فى الفرق بين الانحرافات لم يزد عن واحد درجة وبعد ذلك نوجد الزوايا الداخلية للمضلع ونحقق حسابيا حيث أن مجموع الزوايا الداخلية للمضلع الخماسى ٥٤٠° .
 نرسم المضلع بمعلومة أطوال الأضلاع والزوايا الداخلية.

المساحة المستوية



مثال ٥: صحح بطريقة الجاذبية المحلية إنحرافات المضلع أ ب ج د إذا كانت الإنحرافات للخطوط على التوالي هي:-

أ ب ١٤٤ ، ب أ ٣٢٢ ، ب ج ٦٨
ج ب ٢٤٧,٥ ، ج د ٢٧٨,٥ ، د ج ٩٩,٧٥
د أ ٢٣٦ ، أ د ٥٧,٢٥

الحل:

الفرق	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		
	أمامي	خلفي		أمامي	خلفي	
أ ب	١٤٤ ٠٠	٣٢٢ ٠٠	١٧٨ ٠٠	١٤١ ٤٥	٢٢١ ٤٥	١٨٠ ٠٠
ب ج	٦٨ ٠٠	٢٤٧ ٣٠	١٧٩ ٣٠	٦٧ ٤٥	٢٤٧ ٤٥	١٨٠ ٠٠
ج د	٢٧٨ ٣٠	٩٩ ٤٥	١٧٨ ٤٥	٢٧٨ ٤٥	٩٨ ٤٥	١٨٠ ٠٠
د أ	٢٣٦ ٠٠	٥٧ ١٥	١٧٨ ٤٥	٢٣٥ ٠٠	٥٥ ٠٠	١٨٠ ٠٠

مثال ٦: أخذت القياسات الآتية لمضلع مفتوح بواسطة البوصلة:

الخط	الطول (متر)	الانحرافات
أ ب	٥٧,٤	٣٠
ب ج	١٠١,٢	٢٠
ج د	٨٠,٥	١٥
د هـ	١٠٠,٣	١٠

والمطلوب: تصحيح انحرافات هذا المضلع. اذا علمت ان احداثيات نقطة أ ١٠٠ شمالاً، ١٠٠ شرقاً واحداثيات نقطة هـ هي ٤٣٦,٢ شمالاً، ٢١٣,٤٥ شرقاً.

الحل :

الخط	الطول (متر)	انحراف مختصر	المركبات المحسوبة		التصحيحات		المركبات المصححة	
			ص (متر)	س (متر)	Δ ص (متر)	Δ س (متر)	ص (متر)	س (متر)
أ ب	٧٥,٤	ش ٣٠ ق	٣٧,٧٠	٦٥,٣٠	٠,٦١	-٠,١٦	٣٨,٣١	٦٥,١٤
ب ج	١٠١,٢	ش ٢٠ ق	٣٤,٦١	٩٥,١٠	٠,٨٢	-٠,٢١	٣٥,٤٣	٩٤,٩٨
ج د	٨٠,٥	ش ١٥ ق	٢٠,٨٣	٧٧,٧٦	٠,٦٠	-٠,١٦	٢١,٤٨	٧٧,٦٠
د هـ	١٠٠,٣	ش ١٠ ق	١٧,٤٢	٩٨,٧٨	٠,٨١	-٠,٢١	١٨,٢٣	٩٨,٥٧
	٣٥٧,٤		١١٠,٥٦	٣٣٦,٩٤	٢,٨٩	-٠,٧٤	١١٣,٤٥	٣٣٦,٢٠

المركبة (س) للخط أ هـ = ١١٣,٤٥ - ٢١٣,٤٥ = ١٠٠ - ١١٣,٤٥ متراً

المركبة (ص) للخط أ هـ = ٤٣٦,٢٠ - ١٠٠ = ٣٣٦,٢٠ متراً

مركبات خطأ القفل Δ س ، Δ ص

Δ س = ١١٣,٤٥ - ١١٠,٥٦ = ٢,٨٩ متراً

Δ ص = ٣٣٦,٢٠ - ٣٣٦,٩٤ = -٠,٧٤ متراً

خطأ القفل = $\sqrt{(٢,٨٩)^2 + (-٠,٧٤)^2}$ = ٢,٩٨

نسبة خطأ القفل = $\frac{٢,٩٨}{٣٥٧,٤} = \frac{٨}{١٠٠٠} = \frac{١}{١٢٥}$

نفرض الخطأ مسموحاً به

تصحيح الخطأ في أ ب

Δ س = $\frac{٣٥٧,٤}{٧٥,٤} \times (٢,٨٥) = ٠,٦١$ متراً

Δ ص = $\frac{٧٥,٤}{٣٥٧,٤} \times (-٠,٧٤) = -٠,١٦$ متراً

تمارين على الباب الرابع

- ١- أكتب الانحرافات الدائرية للخطوط التي إنحرافاتهما المختصرة هي:
- ج ٤١ ٤١ ق، ش ١٧ ٩ ق
ج ١٣ ١٣ ق، ش ٠٠ ٨١ ق
- ٢- الانحرافات المبيّنة أدناه أخذت بالبوصلية والمطلوب تصحيحها ثم إستنتج الانحرافات الصحيحة المختصرة أ ب = ١٤ ٤٥، ب ج = ١٢٠ ٠٠، ج د = ١٥ ٣١٠، د أ = ٣١٥، ب أ = ٣٠ ٢٢٥، ج ب = ٢٩٩، د ج = ٠٠ ٣١، أ د = ١٣٥. أوجد أيضا الزوايا بين الأضلاع وحقق مجموعها.
- ٣- لرفع منطقة بواسطة البوصلة وقيست أنحرافات بعض أضلاع كالآتي:
- أ ب = ٤١ ٢٣٤ ده = ١١ ١٠٥
ب ج = ٤٦ ٣٨ هـ و = ٢٢ ١٧٦
ج أ = ١٧ ١٨٨ أ ب = ٠٩ ٢٠٣
- والمطلوب حساب أنحرافات الخطوط المختصرة والربع الدائرية.
- ٤- أخذت الانحرافات الامامية والخلفية لمضلع مقفل والمطلوب تصحيحها بطريقة المتوسطات.

الانحراف الخلفي	الانحراف الامامي	الضلع
٣١٧ ٤٥	١٣٧ ٢٧	أ ب
٢٥ ١٨	٢٠٥ ٥٢	ب ج
١٠٠ ٠٠	٢٧٩ ٣٠	ج د
١٦٤ ١٨	٣٤٤ ٠٠	د هـ
٢٦٣ ١٠	٨٣ ١٠	هـ أ

- ٥- قطعة أرض على شكل مثلث أ ب ج قيست الانحرافات الامامية والخلفية بالبوصلة فكانت:

$$\begin{array}{l} \text{أ ب} = ١٥ \quad ٤٣, \quad \text{ب أ} = ١٥ \quad ٢٢٢ \\ \text{ب ج} = ٤٠ \quad ١٦٢, \quad \text{ج ب} = ٢٠ \quad ٣٤٣ \\ \text{ج أ} = ١٠ \quad ٢٧٥, \quad \text{أ ج} = ٣٠ \quad ٩٥ \end{array}$$

- صحح هذه الانحرافات وأحسب مجموع الزوايا الداخلية.
- ٦- في المضلع أ ب ج د كان أنحراف الخط أ ب الامامي ٣٠ ٤٥ بينما كان الخط ب ج متجها من الغرب الى الشرق، والخط ج د متجها من

الشمال الى الجنوب والانحراف الخلفى للخط د هـ .. ٦١° والضلع هـ أ متجها شمالا وكانت الأطوال المقاسة ٥٢,٠٠ ، ٣٩,٠٠ ، ٥٦,٠٠ ، ٧١,٠٠ ، ٦٢,٠٠ والمطلوب تصحيح المضلع بالطريقة التخطيطية (مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠).

٧- فى المضلع أ ب ج د أ كان الانحراف الأمامى للخط أ ب = ٣٠° وكان الخط ب ج متجها من الغرب الى الشرق والخط ج د من الشمال للجنوب وانحراف الخط الخلفى د هـ ٦١° هـ أ كان متجها من الجنوب الى الشمال وكانت الأطوال المقاسة للأضلاع على التوالي ٥٢ ، ٣٩ ، ٥٦ ، ٦٢,٧٠ مترا أرسم المضلع بمقياس ١ : ١٠٠٠ بعد تصحيحه. وما هى اطوال كل من القطرين أ ج، ب هـ: أحسب قيمة الزاوية أ د ج.

٨- الجدول التالى يبين الانحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشورية للمضلع المقفل أ ب ج د . صحح هذه الانحرافات وأحسب الزوايا الداخلية للمضلع ثم استنتج الانحرافات المختصرة لكل ضلع.

الخط	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	١٥	٢٢٥°
ب ج	٠٠	٢٩٩°
ج د	١٥	٣١°
د ج	٠٠	١٣٥°

٩- لرفع منطقة لأعادة تخطيطها وضع المضلع أ ب ج د وقيست انحرافات أضلاعه بالبوصله وكانت كالاتى:

الخط	الانحراف الأمامى	الانحراف الخلفى
أ ب	٥	٢٢٥°
ب ج	١٥	٣٥°
ج د	٤٠	١١٤°
د أ	١٥	١٨٢°

أحسب ما يأتى:

١- الانحرافات المصححة للأضلاع.

٢- الانحرافات المختصرة للأضلاع.

١٠- لرفع منطقة لأعادة تخطيطها وضع المضلع أ ب ج د أ وقيست
أنحرافات أضلاعه بالبوصلة المنشورية فكانت:

ب ج : ٠٠ ، ٢٤٥ ، ج د : ٣٠ ، ٢٩٢ ، د أ : ٣٠ ، ٢٥٥
ب أ : ٠٠ ، ٣٠٥ ، د أ : ٣٠ ، ٧٣ ، ج ب : ٠٠ ، ٦٥
د ج : ٠٠ ، ١٠٩ ، أ ب : ٣٠ ، ١٣٠ . أحسب .

أ- الأنحرافات الصحيحة للأضلاع إذا كانت الأخطاء نتيجة للجاذبية المحلية.

ب- الأنحرافات المختصرة للأضلاع ج- الأنحرافات الربع دائرية للأضلاع.

١١- أ ب ج د مضلع مقفل س ، د نقطتان خارجتان والزوايا أ س د =
٤٢ ° ١٣٨ ° والنقط جميعها في منطقة منجم حديد - قيست الأنحرافات
بالبوصلة فكانت:

أ ب : ١٦ ، ١٤٠ ، ج ب : ٣١ ، ٨٥
ج أ : ٠٨ ، ٣٣٣ ، أ ج : ٥ ، ١٧٣
ب ج : ٠٩ ، ٢٧٣ ، الخط أ س يتجه جنوباً تماماً
ب أ : ٥٧ ، ٣١٧

عين الأنحرافات الصحيحة للاتجاهات أ ب ، ج أ ، د س .

١٢- صحح الأنحرافات للمضلع أ ب ج د هـ أ وذلك بطريقة الجاذبية
المحلية. ثم عين الأنحرافات المختصرة والربع دائرية لكل ضلع واحسب
كذلك الزوايا الداخلية إذا كانت الأنحرافات كما يلي:

الضلع	الأنحراف الأمامي	الأنحراف الخلفي
أ ب	٣٠ ، ٢٣٥	٤٠ ، ٤٢
ب ج	٤٠ ، ٢٩٤	٤٠ ، ١١٥
ج د	٣٠ ، ٢١	١٠ ، ٢٠٣
د هـ	١٠ ، ٩٦	٠٠ ، ٢٧٦
هـ أ	٥٠ ، ١٤٥	٢٠ ، ٣٢٦

١٣- شكل رباعي مقفل أ ب ج د أ فيه:

الضلع	الطول بالمتر	الأنحراف الدائري
أ ب	١٠٠	٦٠
ب ج	١٥٠	١٢٠
ج د	١٢٠	٢١٠

عين طول وأنحراف الخط د أ.

الباب الخامس

المساحة بالتقويمات

واللوحة المستوية

- قاعدة الجهاز:

وهي قاعدة مثلثية الشكل مرتكزة على ثلاث قوائم ومزودة بثلاث مسامير تسوية للضبط السريع لأفقية القاعدة عن طريق ميزان تسوية دائرى مثبت فى القاعدة ويتوسط مسمارين من مسامير ضبط الأفقية.

- الأليداد (المنظار):

ويمكنه الدوران ٣٦٠ درجة فى المستوى الأفقى حول محوره الرأسى لتحديد الزوايا الأفقية على القرص الأفقى والأليداد مزود بميزان تسوية مستطيل يستخدم فى الضبط الدقيق للأفقية بالإستعانة بمسامير التسوية الموجودة بالقاعدة. ويستخدم المنظار فى التوجيه والرصد على الأهداف البعيدة وهو مزود بعدسة عينية ينظر منها الراصد وأخرى عدسة شينية توجه على الهدف المرصود بالنظر من خلال علامات للتوجيه الخارجى موجودة على جسم المنظار من الخارج. والمنظار مزود أيضا بعدسة ثالثة تسمى عدسة التطبيق تستخدم فى الحصول على أوضح صورة للهدف عن طريق تحريك مسمار توضيح الصورة الموجودة على أحد جانبي المنظار. ويوجد بالمنظار حامل شعرات ويمكن رؤيتها وتوضيحها بالنظر خلال المنظار وتحريك العدسة الشينية فتظهر على شكل شعرتين متعامدتين تستخدم فى التوجيه الدقيق على الهدف.

ويدور المنظار ٣٦٠ درجة فى المستوى الرأسى حول محوره الأفقى وهو متصل به معدنيًا بحيث يكونان متعامدان والمحور الأفقى يتصل بدوره بقرص رأسى مدرج (يقع على أحد جانبي الأليداد) حتى يمكن أن يدور مع حركة دوران المنظار فى المستوى الرأسى لقياس الزوايا الرأسية وهى زوايا الارتفاع والإنخفاض للمنظار.

ويمكن التحكم فى حركة المنظار فى المستوى الرأسى عن طريق مسمارين أحدهما مسمار الربط (مسمار الحركة السريعة) أى يربطه يثبت المنظار فى مكانه على زاوية ارتفاع أو إنخفاض معينة والآخر مسمار الحركة البطيئة وبدورانه يمكن تحريك المنظار زاوية رأسية صغيرة جدا على أن يكون مسمار الحركة السريعة مربوطاً من قبل. والمنظار مزود بميزان

تسوية مستطيل لضبط أفقية المنظار أى تكون زاوية الارتفاع أو الانخفاض مساوية للصفر .

- القرص الأفقى (المقياس الأفقى):

ويمكنه الدوران حول المحور الرأسى وهو مقسم الى درجات وأجزائها فى اتجاه عقارب الساعة من صفر الى ٣٦٠ درجة ويقرأ قيمة الزوايا الأفقية. ويتم التحكم فى دوران هذا القرص الأفقى عن طريق مسمارين - الأول - مسمار الربط أو الحركة السريعة وبقله يثبت القرص الأفقى مكانه ويحل هذا المسمار يمكن دوران القرص باليد بسهولة فى أى اتجاه والمسمار الثانى هو مسمار الحركة البطيئة ويستخدم إذا أردنا تحريك المقياس الأفقى زاوية أفقية صغيرة جدا فنربط مسمار الربط أولا ليثبت القرص فى مكانه ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة بالقدر المطلوب. أى أن مسمار الحركة البطيئة لا يكون له مفعول إلا إذا كان مسمار الحركة السريعة مربوط ويستخدم فقط للضبط الدقيق.

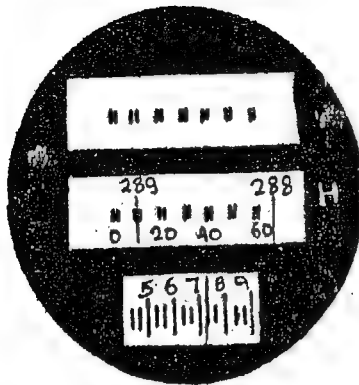
وجهاز التيةودوليت مزود بمسمارين ربط أو مسمارين للحركة السريعة ومسمارين للحركة البطيئة وذلك حتى يمكن تثبيت القرص الأفقى وربطه مع الأليداد أو الجزء المتحرك من التيةودوليت ويلف معه كوحدة واحدة بإستعمال مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان على الأليداد كما يمكن فك القرص الأفقى من الأليداد وربطه مع القاعدة أو الجزء الثابت من التيةودوليت وذلك بإستعمال مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان على قاعدة الجهاز. ويلاحظ أنه بربط مسمارى الحركة السريعة للمقياس الأفقى مع القاعدة والأليداد فى وقت واحد يصبح الجهاز كله مربوطاً ويمكن أخذ قراءة المقياس الأفقى فى هذه الحالة.

٥-١-٢- كيفية اخذ قراءة التيةودوليت

لقراءة قيمة الزاوية يلاحظ أنه يوجد على أحد جانبي الأليداد فتحة صغيرة أمامها مرآة يمكن أدارتها باليد حول مفصل بحيث تثبت هذه المرآة فى وضع يسمح بدخول أكبر كمية من أشعة الضوء الخارجى الى الجهاز من خلال هذه الفتحة الصغيرة، ويصل هذا الضوء الى الدائرة الأفقية أو الرأسية بعد مروره خلال منشورات خاصة داخل الجهاز حيث ينعكس على الدائرة

الأفقية أو الرأسية لأن السطح العلوى لها مفضل كالمراة تحمل الأشعة المنعكسة صورة القراءة فى هذا الجزء من الدائرة والتي يمكن رؤيتها من خلال منظار صغير جانبى موجود على الجهة الأخرى من الأليداد المقابلة للمراة. ويمكن تحريك هذا المنظار فى جميع الاتجاهات لسهولة أخذ القراءة كما أنه مزود بعدسة مكبرة يمكن تحريكها للحصول على أحسن صورة للقراءة كما فى شكل (٢-٥).

والمقياس الرأسى أو الأفقى مقسم الى ستة أقسام قيمة كل قسم ١٠ دقائق أى أن المسافة بين الشريطين (| |) والشريطين (| |) تمثل ٦٠ دقيقة فإذا ظهر الرقم يمثل الزاوية بالدرجات عند منتصف شريطى الصفر، لابد أن يظهر الرقم الأكبر منه عند منتصف شريطى ٦٠ دقيقة، أما الورنية فهى مقسمة الى ١٠ درجات وهى نفس المسافة بين أى شريطين مزدوجتين متتاليتين على المقياس الرأسى أو الأفقى ولكنها بمقياس أكبر ولا تظهر كل الأقسام العشرة على الورنية فى وقت واحد وبتحريك مسمار خاص موجود أسفل منظار القراءة يمكن متابعة أقسام الورنية التى تبدأ من الصفر وتترايد حتى القسم العاشر.



شكل (٢-٥)

٥-١-٣- دقة جهاز التىودوليت:

يمكن معرفة دقة التىودوليت المستخدم أى أقل قراءة يمكن قراءتها منه بالنظر الى عدد الأقسام الموجودة بين أى رقمين على ورنية الجهاز فالمسافة بين أى رقمين على الورنية والتي تمثل دقيقة واحدة أما أن تكون مقسمة الى ثلاثة أقسام (أى توجد شرطتين بين أى رقمين على الورنية كما فى شكل (٥-٢) ويمثل كل قسم ٢٠ ثانية أو تكون مقسمة الى ستة أقسام ويمثل كل قسم ١٠ ثوانى كما فى شكل (٥-٣) أى أن ورنية التىودوليت مخصصة لقراءة كسور الدرجات الصحيحة بالدقائق والثوانى.

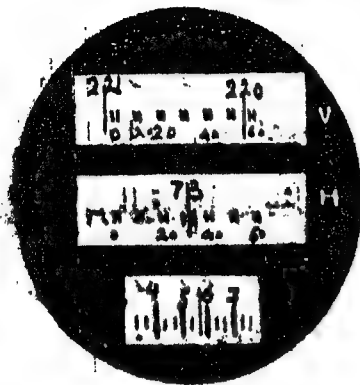


قراءة الورنية 30' 7"

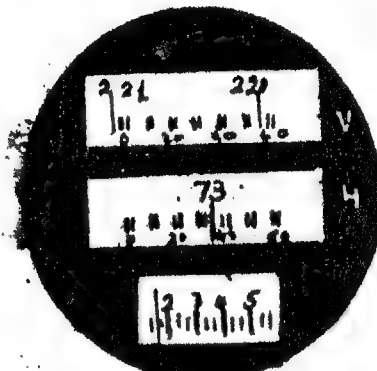
شكل (٥-٣)

أمثلة على قراءة التىودوليت:

١- حدد قراءة الزاوية الأفقية فى شكل (٥-٤)



القراءة بعد الانطباق



القراءة قبل الانطباق

شكل (٥-٤)

ندير المسمار الخاص بتحريك قراءة الورنية حتى تتصف علامة الدرجات (73) المسافة بين أقرب خط مزدوج يمكن الوصول اليه حسب ما يسمح به هذا المسمار فقد يكون الخطان السابقان ($\begin{smallmatrix} 1 \\ 30 \end{smallmatrix}$) أو الخطان اللاحقان ($\begin{smallmatrix} 1 \\ 40 \end{smallmatrix}$) بالنسبة لعلامة الدرجات. وتكون القراءة كما في شكل (٥-٤).

قراءة المقياس الأفقى:	73°	30'
قراءة الورنية :		5' 40"
قراءة الزاوية	73°	35' 40"

ويجب ملاحظة أن قراءة الزاوية قبل إجراء عملية الأنطباق تكون غير صحيحة فيجب إجراء الأنطباق أولاً ثم أخذ قراءة الزاوية. وقراءة القياس الرأسى تكون بنفس طريقة القراءة على المقياس الأفقى.

٢- حدد قراءة الزاوية الأفقية الموجودة فى شكل (٥-٢)

قراءة المقياس الأفقى:	289°	10'
قراءة الورنية :		7' 20"
قراءة الزاوية	289°	17' 20"

٥-١-٤- شروط الضبط المؤقت للتبؤوليت

يجب تحقيق هذه الشروط كلما أعد الجهاز للرصد والقياس وتنتهى هذه الشروط برفع الجهاز من مكانه ويجب أعادتها عند إستخدام الجهاز مرة أخرى، وال ضبط المؤقت للتبؤوليت يتمثل فى عملية التسامت ثم ضبط الأفق.

أولاً: التسامت

معنى التسامت هو وضع جهاز التبؤوليت بحيث يمر أمتداد محوره الرأسى والذى يمثل خيط الشاغول بالعلامة المحددة على الأرض للنقطة المراد الرصد منها والتي تمثل رأس الزاوية المقاسة.

خطوات التسامت:

- ١- نثبت الجهاز فوق حامله قريبا من النقطة المراد الرصد منها مع فرد أرجل الحامل الثلاثة بحيث يكون ارتفاع الجهاز مناسباً ونثبت خيط الشاغول في قاعدة الحامل.
- ٢- نحرك شعبتين من أرجل الحامل الى الداخل أو الخارج في اتجاه القطر بالنسبة للنقطة حتى يصبح الجهاز أفقياً بالتقريب.
- ٣- نضبط التسامت جيداً بجعل سن الشاغول فوق النقطة تماماً وذلك بتحريك الجهاز وحامله كمجموعة واحدة بدون تغيير مواضع الأرجل بالنسبة لبعضها. وفي حالة صعوبة إستخدام خيط الشاغول في تسامت التيودوليت فوق النقطة المراد الرصد منها كوجود رياح شديدة بالمنطقة يتم ضبط التسامت بصرياً بدون إستعمال خيط الشاغول عن طريق منظار التسامت الموجود بالجهاز وذلك بتحريك الأليداد على قاعدة الجهاز. ولذلك يجب ضبط أفقية الجهاز أولاً قبل إجراء التسامت وألا يتغير التسامت إذا ضبطت الأفقية بعد ذلك.
- ٤- إذا كان الجهاز ما زال مائلاً نحرك إحدى الأرجل الثلاثة في اتجاه دائرى بالنسبة للنقطة الى اليمين أو اليسار حتى يتم ضبط الأفقية بميزان التسوية الدائرى وهذه الحركة لن تغير التسامت كثيراً.

ثانياً: ضبط الأفقية:

تضبط أفقية القاعدة والأليداد بإستخدام مسامير التسوية الثلاثة الموجود في القاعدة. وميزان التسوية الدائرى المثبت في قاعدة الجهاز وميزان التسوية المستطيل والمثبت في الأليداد.

خطوات ضبط الأفقية:**أ- ضبط أفقية القاعدة: (الضبط السريع)**

- ١- ندير مسمارى التسوية الموجودان على يمين ويسار ميزان التسوية الدائرى أما للداخل معاً أو للخارج معاً فتتحرك روح التسوية الدائرية ناحية أحد المسمارين حتى تقع تقريباً داخل الدائرة.
- ٢- ندير مسمار التسوية الثالث فيتحرك روح التسوية الدائرية في اتجاه عمودى على حركتها الأول حتى تقع تماماً داخل الدائرة.

ب- ضبط أفقية الأليداد: (الضبط الدقيق)

٣- نفاك مسمار ربط الأليداد مع الجزء الثابت من الجهاز ونلف الأليداد حتى يصبح ميزان التسوية المستطيل والمثبت على الأليداد موازياً لأى مسمارين من مسمائر ضبط الأفقية.

٤- نحرك هذين المسمارين للداخل أو للخارج معاً حركة بطيئة لأن روح التسوية المستطيلة حساسة جداً فتتحرك بسرعة ناحية أحد المسمارين حتى تقع فى منتصف التدرج الموجود على الغطاء الزجاجى.

٥- تلف الأليداد حتى يوازي ميزان التسوية المستطيل مسمارين آخرين من مسمائر ضبط الأفقية وتكرر ما سبق فى الخطوة ٤ وبذلك يصبح التيودوليت أفقياً تماماً عند الرصد فى جميع الاتجاهات.

وهناك شروط للضبط الدائم للتيودوليت تجرى كل فترة طويلة نتيجة الخلل الحادث من أساءة إستعمال الجهاز أو من التغيرات الجوية أو الاهتزازات أثناء النقل ويتم الضبط الدائم عن طريق الفنيين المتخصصين.

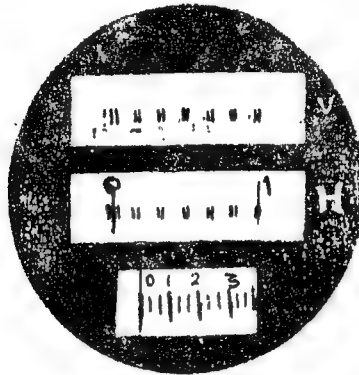
٥-١-٥- خطوات العمل بالتيودوليت

قد شرح خطوات العمل بالتيودوليت نوضح الفرق بين الوضع المتيا من والوضع المتيا سر للجهاز فالوضع المتيا من يكون عندما تكون الأليداد على يمين الراصد والوضع المتيا سر يكون عندما تكون الأليداد على يسار الراصد كما يوضح شكل (٥-٥)

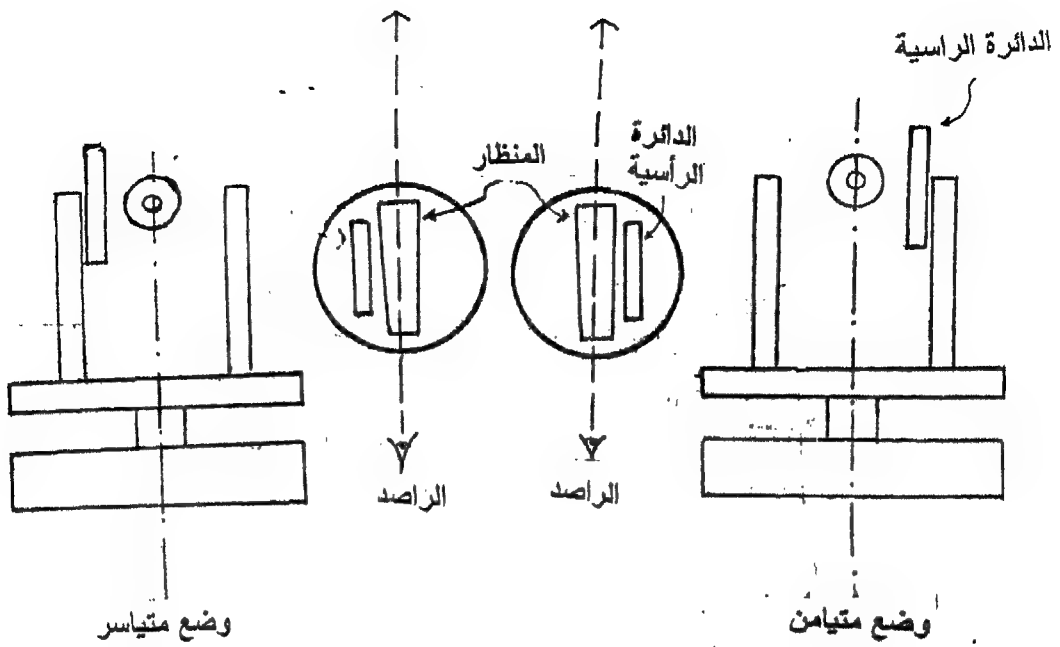
لقياس زاوية أفقية أ ب ج كما فى شكل (٥-٦) نتبع الخطوات الآتية:

- ١- نضع جهاز التيودوليت بعد تثبيته على الحامل فوق النقطة المطلوب الرصد منها والتي تمثل رأس الزاوية "ب" ونجرى شروط الضبط المؤقت للجهاز والسابق شرحها (عمليات التسامت الأفقية).
- ٢- نثبت شاخص فوق نقطة أ و شاخص آخر فوق نقطة ج بحيث يكون الشاخص رأسى تماماً.

٣- نفاك مسمارى ربط المقياس الأفقى من القاعدة والأليداد بحيث يكون حر الحركة ونوجه المرآة العاكسة لتعكس أكبر كمية من الضوء داخل الجهاز وننظر من منظار القراءة مع لف القرص الأفقى باليد حتى تظهر القراءة صفر على التدرج الخاص بالمقياس الأفقى.



شكل (٥-٥)



شكل (٦-٥)

- ٤- نربط مسمار الحركة السريعة الموجود على الأليداد فيثبت المقياس الأفقى مع الأليداد ليدور معه كوحدة واحدة فلا تتغير قراءة التدريج الأفقى وتكون مساوية للصفر دائما.
- ٥- نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجود على الأليداد والمجاور لمسمار الربط مع النظر على قراءة الصفر حتى تقع علامة الصفر فى منتصف المسافة بين الخط المزدوج كما تقوم بتصغير ورنية الجهاز باستخدام المسمار الخاص بتحديد قراءة الورنية حتى لاتقرأ الورنية أى دقائق أو ثوانى. كما فى شكل (٥-٥) السابق.
- ٦- نضع الجهاز فى الوضع المتياسر للقياس وذلك بلف الأليداد حتى تقع الدائرة الرأسية على يسار الراصد أثناء التوجيه على الشواخص كما فى شكل (٥-٧).
- ٧- يوجه المنظار على الشاخص الأيسر الموجود عند نقطة أ ونرصده بالتقريب بالإستعانة بعلامات التوجيه الخارجى الموجودة على المنظار ثم نربط مسمار الحركة السريعة الموجود بقاعدة الجهاز وبذلك يتم ربط المقياس الأفقى بقاعدة الجهاز.
- ٨- ننظر من خلال العدسة العينية ونوضح صورة الشاخص باستخدام مسمار توضيح الصورة ونحرك العدسة العينية حتى يظهر حامل الشعرات واضحة تماما ونعيد توضيح الصورة حتى نحصل على أحسن صورة للشاخص.
- ٩- نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجودة بقاعدة الجهاز والمجاور لمسمار الربط السابق حتى تتطبق صورة الشاخص فى المنظار على الشعرة الرأسية الموجودة على حامل الشعرات وفى هذه الحالة تكون قراءة المسمار الأفقى ما زالت صفر وتكون موجهة ناحية النقطة (أ). نسجل هذه القراءة فى الجدول التالى:
- ١٠- نفك مسمار الربط الموجود على الأليداد مع عدم تحريك أى من مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان بقاعدة الجهاز. ونلف الأليداد مع عقارب الساعة حتى نرصد الشاخص الموجود عند نقطة (ج) شكل (٥-٧) بالتقريب باستخدام علامات التوجيه الخارجى ثم نربط هذا المسمار مرة أخرى.
- ١١- ننظر من خلال المنظار ونوضح صورة الشاخص تماما ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجودة على الأليداد والمجاور لمسمار الربط السابق حتى تتطبق صورة الشاخص على الشعرة الرأسية.

١٥- نفاك مسمار ربط الأليداد ضد عقارب الساعة حتى نرصد الشاخص الموجود عند نقطة (أ) مرة أخرى ونسجل قراءة المقياس الأفقى وندونها فى الجدول أمام النقطة (أ) فى خانة الوضع المتينمن.

ويمكن أن نبدأ بأى قراءة إبتدائية صغيرة بدلاً من قراءة الصفر ونجرى كل الخطوات السابقة ونسجل هذه القراءة الإبتدائية فى خانة الوضع المتياسر أمام نقطة (أ) بدلاً من القراءة ٠٠ ٠٠ ٠٠

نقطة الجهاز:		حالة الجهاز :		التاريخ:	
رقم الجهاز		حالة الجو :		المهندس:	
المتوسط	الوضع المتياسر	الوضع المتينمن		الزاوية	
أ	٠٠ ٠٠ ٠٠	٠٠ ٢٠ ١٨٠	٠٠ ٠٠ ١٠		
ج	٠٠ ٢٠ ١٠	٢٢٥ ٢٠ ٣٠	٧٥ ٢٠ ٢٠	٧٥ ٢٠ ١٠	

مصادر الأخطاء فى قياس الزوايا بالتىودوليت

- ١- عدم الدقة فى تسامت الجهاز فوق العلامة المطلوب الرصد مها.
- ٢- عدم الدقة فى تطبيق حامل الشعرات على الشاخص.
- ٣- عدم جعل الشاخص رأسياً تماماً عند تثبيته عند نقطة الرصد أ، ج فلا يتم التوجيه على نقطة ج نفسها حيث يتم الرصد على الجزء العلوى من الشاخص المائل لذلك يجب التوجيه على أسفل الشاخص.
- ٤- عدم الدقة فى قراءة الزاوية فى القياس الأفقى أو الورنية.
- ٥- عدم الدقة فى تدوين القراءات فى الجدول.
- ٦- التوجيه وأخذ القراءات والجهاز غير أفقى تماماً نتيجة إصطدام الجهاز بالأرجل أثناء التوجيه أو أثناء أخذ القراءات.

٥-٢- المساحة باللوحة المستوية (البلاشيطة):

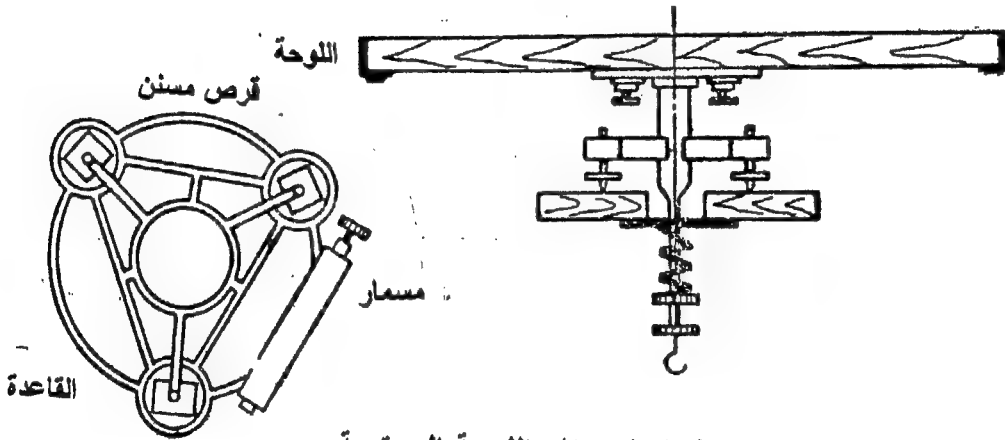
يطلق اسم اللوحة المستوية أو البلاشيطة على عدة أدوات مساحية تستخدم فى مجموعات فى عمليات رفع الخرائط التفصيلية والطبوغرافية رفعاً سريعاً سهلاً ولكنه ليس دقيقاً وتعرف طريقة الرفع هذه باسم "المساحة باللوحة

المستوية" وأحياناً يطلق عليها "الرفع بالبلانشيطة" ويمكن باللوة المستوية رفع الحدود والتفاصيل والمضلعات مباشرة من الطبيعة ومن ثم إنشاء الخرائط التفصيلية من واقع عمل الغيط. كما يمكن رفع وإنشاء الخرائط الطبوغرافية. وكذلك عمل الخرائط الكنتورية بإستخدام اللوة المستوية.

٥-٢-١- مكونات اللوة المستوية:

١- اللوة الخشبية:

وهى عبارة عن لوة مصنوعة من الخشب الجيد المتين الذى لايتأثر بالعوامل الجوية المختلفة سطحها العلوى مستوى وهى أما مربعة أو مستطيلة الشكل تتراوح أبعادها ما بين 40×50 سم و 60×80 سم. ويتصل سطحها السفلى بقاعدة معدنية بها ثلاث مسامير للتسوية والغرض من القاعدة تثبيت اللوة فى الحامل وهى عبارة عن لوحين معدنيين مثلثين كما يوضح شكل (٥-٨)، وبينهما مسامير التسوية الثلاث لجعل اللوة أفقية. ويتصل مسمار حلزونى بالقاعدة المعدنية وتتصل أسنانه بقرص معدنى دائرى مسنن مثبت فى القاعدة فإذا أدير هذا المسمار حول نفسه فإنه يلف حول القرص المسنن وبذلك تدور اللوة معه فى المستوى الأفقى بحركة بطيئة وفى حالة سحب المسمار الحلزونى إلى الخارج يمكن دوران اللوة بحركة سريعة (شكل ٥-٨). وهناك نوع آخر من القواعد يعرف "بالقاعدة ذات الركبة" ويمكن بواسطة هذه القاعدة إدارة اللوة فى المستوى الأفقى وكذلك ضبطها أفقياً تماماً دون الحاجة إلى مسامير التسوية.



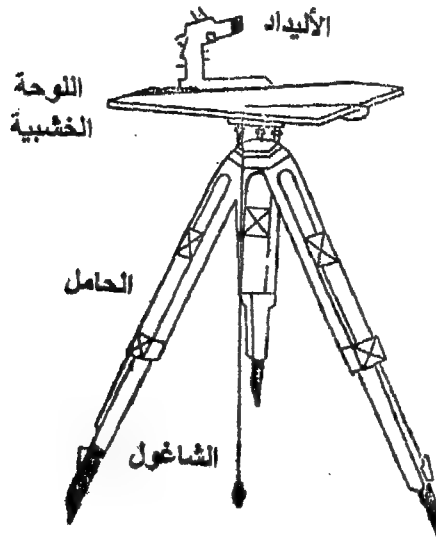
شكل (٥-٨): اللوة المستوية

٢- الحامل:

وهو حامل خشبي ذو ثلاث أرجل شكل (٥-٩) كل رجل منها تنتهي بطرف مدبب ليسهل غرسها في الأرض ويربط رأس الحامل في القاعدة الموجودة أسفل اللوحة الخشبية حتى لاتحدث حركة دوران للوحة أثناء العمل.

٣- الأليداد:

أليداد البلانسيطة من أهم الأدوات المستعملة في طريقة عمل المساحة باللوحة المستوية وأنواعه كثيرة تتفاوت من حيث سهولة العمل والدقة المطلوبة والعمل الرئيسى للأليداد هو تعيين الاتجاهات الأساسية الواصلة بين النقط المرصودة وبين موضع اللوحة المستوية. وهناك نوعين من الأليداد.



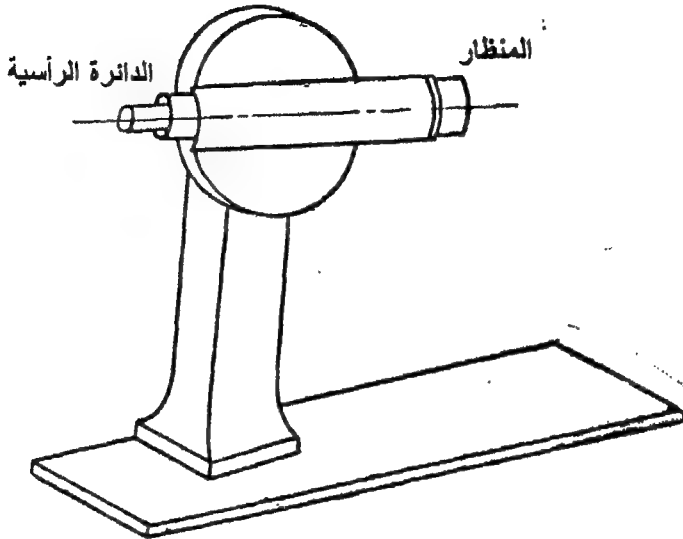
شكل (٥-٩): الحامل

أ- أبسط أنواع الأليداد عبارة عن مسطرة حرفاها مستقيمان وأحدهما مشطوف ويتصل بهذه المسطرة إتصالاً مفصلياً من عند طرفيها ذراعان بأحدهما شرخ رأسى وبالأخر شبكاً تتوسط شعره رأسية - ويستعمل الذراعان في التوجيه الأساسى حيث يمكن تمثيل ورسم الخط الواصل بين موضع اللوحة وبين الهدف. ويستعمل هذه النوع البسيط - ويطلق عليه مسطرة التوجيه في المسافات القريبة.

ب- غالباً ما تكون المسافات بين الأرصاد وموضع اللوحه كبيرة جداً وحينئذ يفضل إستعمال الأليداد الحديث أو ذى المنظار - وهو عبارة عن مسطرة من الصلب أو النحاس مركب عليها قائم عمودى (شكل ١٠-٥) وفى أعلاه منظار مساحى يدور حول محور أفقى فى المستوى الرأسى - والمنظار مركب بحيث إذا كانت مسطرة الأليداد أفقية تماماً فإن النظر يرسم مستوى رأسى يقطع اللوحه عند حافة هذه المسطرة. ويوجد أحياناً على قاعدة القائم الرأسى للأليداد ميزان تسوية دائرى، وعموماً يستعمل الأليداد فى تعيين الاتجاهات المرصودة وتوقيعها على اللوحه المستوية مباشرة - كما وأنه يستعمل لقياس المسافات بين الهدف وموقع اللوحه وذلك بطريقة القياس التاكيومترى الغير مباشر.

٤- ميزان التسوية:

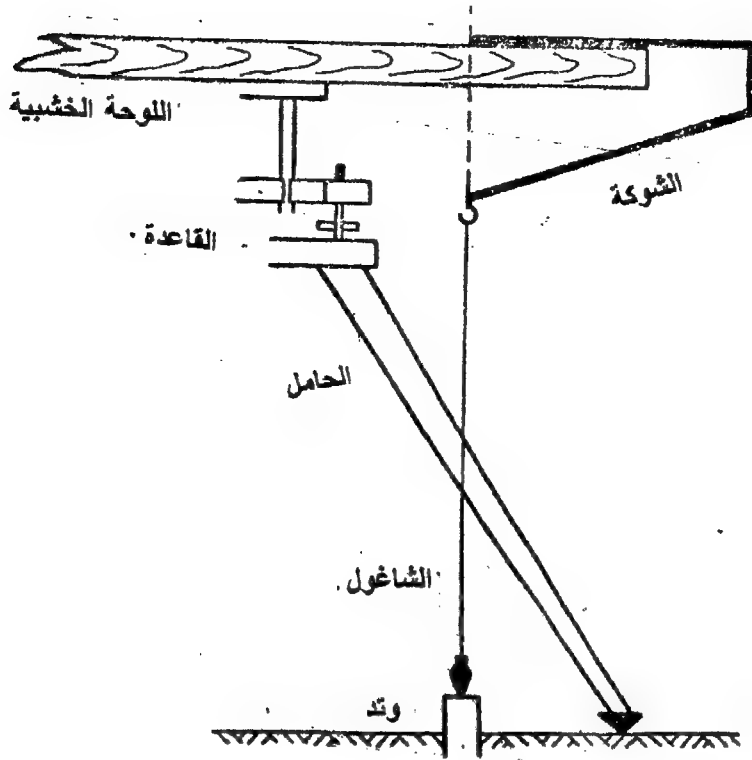
وهو إما مستطيل فى أغلب أحواله أو مستدير الشكل ويتركب من أنبوبة زجاجية بها كحول سائل وفقاعة من بخار الأثير وتوضع عادة داخل صندوق من النحاس قاعدته مسطحة تماماً - فإذا وضع الميزان على سطح أفقى ثبتت الفقاعة فى منتصف الأنبوبة - وإذا وضع ميزان التسوية على سطح مائل اتجهت الفقاعة نحو الطرف الأعلى من الأنبوبة.



شكل (١٠-٥): أليداد البلاشيطه

٥- شوكة الإسقاط:

هى عبارة عن إطار معدنى رفيع له ثلاثة أضلاع متصلة أثنان منها متعامدان ويميل الثالث بزاوية أكبر من القائمة قليلا ويوضح شكل (٥-١١) شوكة الإسقاط وينتهى أحد الأضلاع بسن رفيع يبين موقع النقطة المطلوب رفعها من الطبيعة إلى لوحة الرسم أو النقطة المطلوب إسقاطها من اللوحة إلى الأرض وينتهى الآخر بانحناء دائرى لتعليق خيط التسامت منه - ويجب أن يكون سن النقل مع سن الشوكة المدبب فى خط رأسى واحد.



شكل (٥-١١): شوكة الإسقاط

٦- البوصلة:

تتركب بوصلة التوجيه من صندوق مستطيل الشكل سطحه العلوى من الزجاج وبوسطه محور رأسى مدبب ترتكز عليه أبرة مغناطيسية وتحت طرفى الأبرة قوسان مدرجان صفر التدريج فى كليهما فى المنتصف - بحيث أن الخط الواصل بين صفرى التدريج يمر بمركز دوران الأبرة ويوازى طول الصندوق.

والغرض الأساسى من البوصلة هو تحديد إتجاه الشمال المغناطيسى على اللوحة المرسومة - وعند إستعمال البوصلة لتحديد الشمال نحركها فوق اللوحة حتى نحصل على الوضع الذى يقف فيه سن الأبرة عند صفر المقياس فيكون إتجاه جانب علبة البوصلة هو إتجاه الشمال المغناطيسى.

٥-٢-٢- ضبط اللوحة المستوية

هنا نوعين من الضبط:

أولاً: الضبط الدائم:

وهى الشروط التى يجب أن تتوافر فى الأدوات ومن الواجب اختبار صحتها على فترات من الوقت أو إذا أسئ استعمال هذه الأدوات. والخطوات اللازمة لتحقيق شروط الضبط الدائم فى اللوحة المستوية هى:

١- إستقامة حافة مسطرة الأليداد:

نرسم بواسطة حافة الأليداد خطاً مستقيماً ثم نعكس وضع الأليداد ١٨٠° ونطبق حافة الأليداد على نهايتى الخط المرسوم - فإذا انطبقت حافة الأليداد جميعها على الخط دل ذلك على إستقامة حافة المسطرة.

٢- ضبط حامل الشعرات فى منظار الأليداد:

ويتم ذلك على خطوتين: الأولى وهى جعل الشعرة الراسية لحامل شعرات الأليداد فى وضع رأسى تماماً. والثانية وهى جعل خط النظر عمودياً على المحور الأفقى لدوران المنظار.

(أ) جعل الشعرة الرأسية فى وضع رأسى:

بعد إتمام الأفقية فى اللوحة المستوية يوضع فوقها الليداد ويوجه المنظار نحو نقطة ثابتة بحيث نجعل هذه النقطة عند الطرف الأعلى للشعرة الرأسية - وباستعمال مسمار الحركة البطينة الرأسية نحرك منظار الأليداد فى المستوى الرأسى - فإذا ظهرت النقطة المرصودة تسير باستمرار على الشعرة

الرأسية كان حامل الشعرات مضبوطاً - أما إذا بعدت النقطة عن الشعرة الرأسية كان حامل الشعرات فى وضع غير صحيح - ولذا تفك المسامير الرابطة لحامل الشعرات ويدار إلى الجهة التى تظهر فيها النقطة المرصودة - ويكرر العمل حتى تضبط الشعرة الرأسية تماماً.

(ب) جعل خط النظر عمودياً على المحور الأفقى لدوران منظار الأليداد:

يعرف خط النظر بأنه الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعرتين الأفقية والرأسية - ومركز العدسة الشينية فى المنظار - والمطلوب هو تحقيق تعامد هذا الخط مع المحور الأفقى لدوران المنظار لذلك يعلق خيط شاغول فى حائط (يغمر الشاغول فى إناء به ماء لثباته). نجعل بعد ذلك اللوحة المستوية أفقية وعلى بعد مناسب من خيط الشاغول ونضع الأليداد فوق اللوحة المستوية ونوجه منظاره إلى أعلى الخيط وبواسطة مسمار الحركة البطيئة نحرك المنظار من أعلى إلى أسفل فإذا تحركت نقطة تقاطع الشعرات على الخيط حتى تصل إلى أفق الجهاز كان هذا الشرط صحيحاً. أما إذا ابتعدت نقطة تقاطع الشعرات عن الخيط. فذلك يدل على أن المستوى الرأسى الذى يتحرك فيه خط النظر لا يكون متعامداً مع المحور الأفقى لدوران المنظار. وللتصحيح تحرك الشعرة الرأسية موازية لنفسها باستعمال المسمارين الأفقيين المثبتين لحامل الشعرات ومع ملاحظة عدم إدارة هذا الحامل بحيث تقترب نقطة تقاطع الشعرتين من الخيط حتى تصل إلى منتصف المسافة بينهما - ويتكرر العمل للتأكد.

٣- ضبط حافة المسطرة مع مستوى دوران خط النظر:

بعد إتمام أفقية اللوحة المستوية يوضع شاخص على بعد مناسب منها ثم يرصد هذا الشاخص بواسطة منظار الأليداد بضبط تقاطع الشعرتين عليه وبدون تحريك الأليداد يرصد الشاخص مرة أخرى على امتداد حافة المسطرة فإذا ظهر الشاخص على استقامة حافة المسطرة كان الجهاز صحيحاً وإلا فيجب تصحيحه بالطريق المناسب حسب تصميم الجهاز.

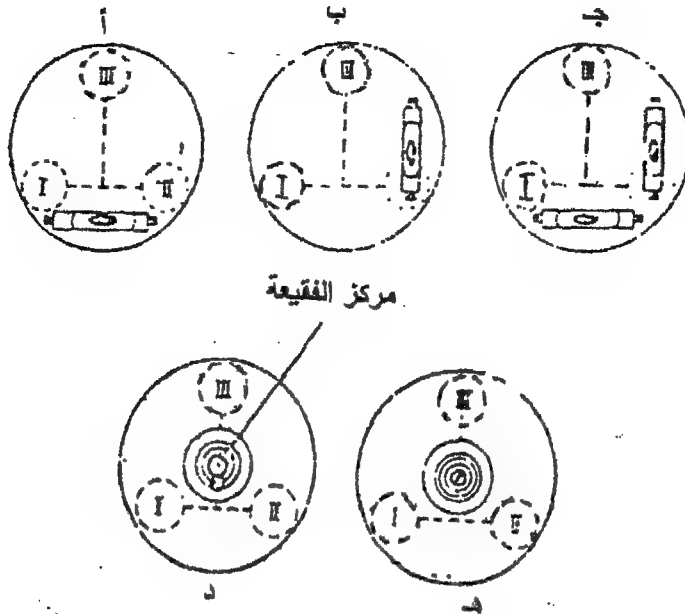
ثانياً: الضبط المؤقت للوحة المستوية:

وهى الشروط التى يجب توافرها عند استعمال اللوحة المستوية - وتتم فى كل مرة نستعمل فيها اللوحة المستوية. وهو ما يجب إجماعه عند استعمال

اللوحة المستوية للرفع ويشمل: أفقية اللوحات، المستوية والتسامت والتوجيه الأساسي.

أ- أفقية اللوحة المستوية:

تثبت أرجل الحامل جيدا مع جعل اللوحة المستوية أفقية تقريبا - وبوضع ميزان التسوية موازيا لمسمارين من مسامير التسوية في القاعدة وندبر المسمارين (١) + (٢) معا إلى الداخل أو إلى الخارج (شكل ٥-١٢) حتى تصير الفقاعة في المنتصف - وندبر بعد ذلك ميزان التسوية حتى يأخذ الوضع الثاني متعامدا على الوضع الأول ونحرك مسمار التسوية الثالث (٣) حتى تصير الفقاعة في المنتصف وتكرر العملية مرة أخرى للتأكد.



شكل (٥-١٢): ضبط الأفقية في اللوحة المستوية

ب- التسامت:

معنى التسامت أن تكون النقطة المعينة على اللوحة متسامته تماماً للنقطة النظرية الموجودة في الطبيعة. تتم عملية التسامت باستعمال شوكة الأسقاط فنحرك شوكة الأسقاط حتى تجعل سن الثقل يحدد موقع النقطة المثبتة بوند مثلاً - فنجد أن سن الشوكة المدبب فوق اللوحة حدد موقع هذه النقطة على الخريطة - ونضغط بسن القلم أو بدبوس مكان طرف الشوكة فننتعين على الخريطة النقطة المقابلة لمركز الوند في الطبيعة.

ج- التوجيه الأساسي:

وهو عبارة عن توجيه اللوحة المستوية بحيث تكون الخطوط في الطبيعة موازية لنظائرها في اللوحة الورق - وسوف يفهم معنى التوجيه الأساسي عند الكلام عن طرق الرفع المختلفة.

٥-٢-٣ طرق الرفع باللوحة المستوية

- هناك أربع طرق مستعملة للرفع باستخدام اللوحة المستوية - وقد تختلف هذه الطرق من حيث اختيارها على:
- أ- طبيعة الأرض.
 - ب- ظروف العمل وإمكان استخدام أي من هذه الطرق إذ أن لكل طريقة شروطاً معينة حسب طبيعة الأرض.
 - ج- مقياس الرسم المطلوب ونوع الخريطة.
 - د- الدقة المطلوبة.

ولكن تؤدي الطرق المختلفة للرفع إلى الغرض المطلوب وهو عمل الخريطة للمنطقة المراد رفعها. وهذه الطرق هي:

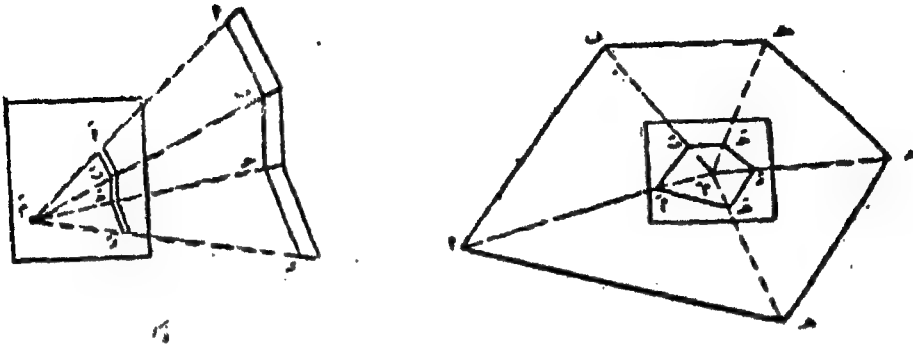
١- طريقة الإشعاع:

يشترط في هذه الطريقة إمكان رؤية جميع نقط المضلع من نقطة واحدة - وكذلك إمكان قياس الأطوال بين نقط المضلع وهذه النقطة بدون وجود عقبات أو عوائق.

فإذا كان لدينا المضلع أ ب ج د هـ (شكل ٥-١١٤) وأنه في إمكاننا رؤية نقط المضلع جميعها من نقطة مثل م والأرض مستوية تقريباً دون عقبات فلرفع المضلع المذكور نتبع الخطوات التالية:

- أ- نضع اللوحة المستوية فوق النقط م - وتضبط أفقيا وبواسطة شوكة الإسقاط نعين م في اللوحة مناظرة تماما للنقطة م.
- ب- تربط اللوحة ومن م ترسم أشعة إلى نقطة المضلع أ، ب، ج، د، هـ بعد التوجيه عليها أساسيا ثم نقاس الخطوط م أ، م ب، م ج، م د، م هـ في الطبيعة.
- ج- وبمقياس الرسم المناسب توقع أطوالها على اللوحة فتتعين بذلك النقط أ، ب، ج، د، هـ.
- د- وتصل هذه النقط ببعضها البعض على التوالي لينتج المضلع.

وتمتاز هذه الطريقة بأن الراصد لا يحتاج إلى نقل اللوحة المستوية من مكان لآخر وعليه فيقوم الراصد مرة واحدة فقط بعملية الضبط المؤقت بدلا من تكرارها. وتستخدم هذه الطريقة أيضا لرفع المضلعات المفتوحة كما يوضح شكل (٥-١٣ب).



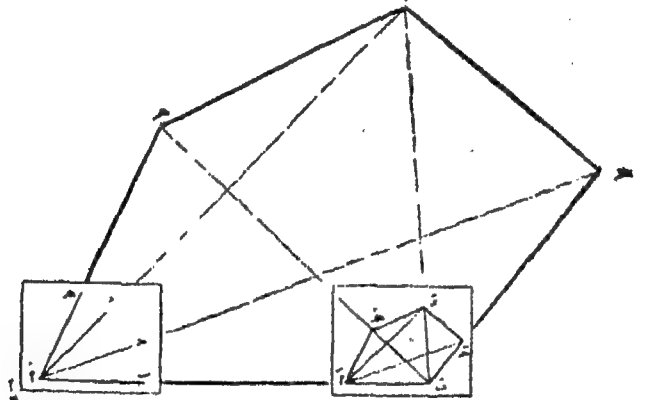
شكل (٥-١٣): طريقة الإشعاع

٢- طريقة التقاطع الأمامي (القاعدة):

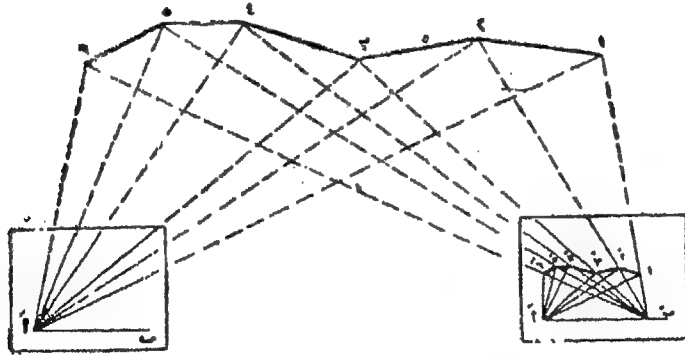
يشترط في هذه الطريقة إمكان رؤية جميع نقط المضلع من نقطتين سواء كانت هاتين النقطتين من نقط المضلع أو خلافا - ويعرف الخط الواصل بين النقطتين في هذه الطريقة بخط القاعدة (شكل ٥-١٤).

- فإذا كان لدينا المضلع المقلل أ ب ج د هـ أ وإنه أمكننا رؤية نقط المضلع جميعها من كل النقطتين أ ، ب فإننا نتبع الآتى لإتمام عملية الرفع:
- أ- نضع اللوحة فوق نقطة أ ونعين أ فى الورقة بحيث تأخذ اللوحة وضعاً مناسباً للشكل بالطبيعة وتربط اللوحة الخشبية ومن أ نرسم الأشعة بواسطة الأليداد إلى نقطة ب، ج، د، هـ فى الطبيعة.
- ب- يقياس خط القاعدة أ ب بدقة تامة ثم يوقع طول القاعدة أ ب على اللوحة الورق فتتعين النقطة ب المناظرة ب فى الطبيعة.
- ج- تنقل اللوحة المستوية إلى نقطة ب (الطرف الآخر من خط القاعدة) بحيث تتم الأستراطات المؤقتة للقياس وهى أفقية النوحة - تسامت النقطة ب' المعينة على اللوحة تماماً للنقطة ب الموجودة فى الطبيعة - التوجيه الأساسى للوحة بحيث يكون الشعاع أ ب الموقع على اللوحة فى مستوى رأسى واحد مع أ ب (القاعدة) الموجود فى الطبيعة.
- د- تربط اللوحة وترسم من ب الأشعة إلى النقط ج، د ، هـ فتتقاطع الأشعة المرسومة من ب مع الأشعة الأولى المرسومة من أ وتعين مواضع النقط ج' ، د' ، هـ على اللوحة.
- هـ- توصل النقط أ' ، ب ، ج ، د ، هـ ببعضها فينتج المضلع المطلوب.

ومن الممكن الأستفادة من طريقة التقاطع الأمامى لتعيين الحدود ورفعها من الطبيعة مباشرة دون الحاجة إلى إقامة المضلعات التى تحصر المناطق المراد رفعها. وتستخدم طريقة التقاطع الأمامى (القاعدة) عموماً فى تحشية معالم وتفاصيل الطبيعة مباشرة فى موقع العمل شكل (٥-١٥).



شكل (٥-١٤): طريقة التقاطع الأمامى (القاعدة)



شكل (٥-١٥): رفع الحدود والتحشية بطريقة القاعدة

٣- طريقة التقاطع العكسى:

تشبه هذه الطريقة الطريقة السابقة (طريقة التقاطع الأمامى) - غير أن الفرق بينهما أنه فى طريقة التقاطع العكسى يتم تقاطع الشعاعين فى النقطة الموضوعه فيها اللوحه المستوية. ويفضل إستعمالها فى الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة.

وأهم مميزات هذه الطريقة هو الاستغناء عن قياس أغلب خطوط المضلع ويمكن كذلك تحقيق العمل بها فى الغيط مباشرة.

فإذا كان المضلع أ ب ج د - هو الشكل المراد رفعه بهذه الطريقة فيتبع الآتى لإتمام عملية الرفع.

أ- توضع اللوحه المستوية فوق النقطة أ تماماً وبعد ضبط الأفقية وإتمام التسامت تعين النقطة أ' فى اللوحه الورق بحيث يأخذ الشكل المرفوع وضعاً مناسباً للشكل فى الطبيعة.

ب- تربط بعد ذلك اللوحه ويرسم من أ شعاعان إلى ب وإلى د ثم يقاس أ ب فى الطبيعة ويوقع طوله على الشعاع المناظر له على اللوحه فتتعين ب .

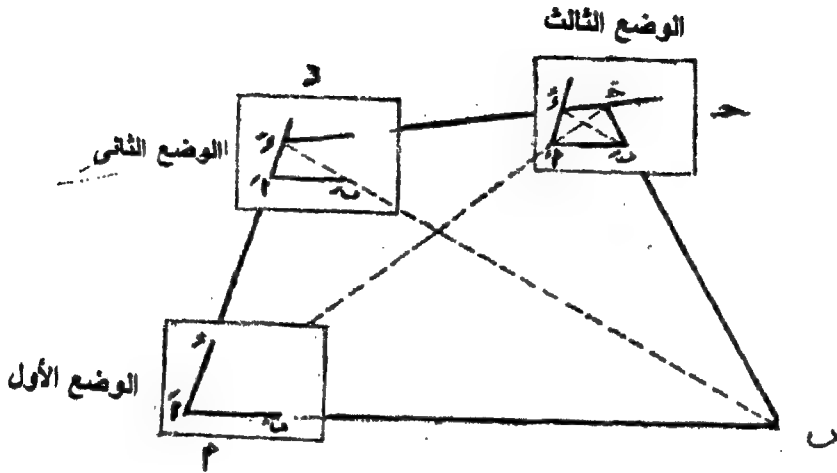
ج- تنقل اللوحه المستوية وتثبت فوق د مع مراعاة أفقية اللوحه وتسامت أى نقطة من نقط الشعاع أ' د للنقطة د فى الطبيعة بحيث يكون بعد هذه النقطة

عن أ باللوحة الورق مساويا بمقياس الرسم المستعمل للطول أ د في الطبيعة تقريبا. وبشرط أن يكون د أ باللوحة الورق منطبقا على نظيره د أ في الطبيعة شكل (١٦-٥).

د- تربط اللوحة ونثبت دبوسا في نقطة ب وننظر بالأليداد مع ملامسة مسطرتة للدبوس تماما ودائما إلى النقطة ب في الطبيعة ونرسم ب ب حتى يقابل الشعاع أ د في نقطة د لتكون هي النقطة المناظرة للنقطة د في الطبيعة.

هـ- نثبت دبوس في د وبفس الطريقة نرسم المستقيم د ج - وتنقل اللوحة المستوية ونثبت فوق ج مراعين الشروط المؤقتة للوحة المستوية ومن ب نرصد ب في الطبيعة ونرسم إمتداد ب ب ليقابل الشعاع د ج في نقطة ج لتكون مناظرة في اللوحة الورق للنقطة ج في الطبيعة.

ويمكن لتحقيق من صحة العمل بتهيئة دبوسا في أ وباللوحة المستوية في وضعها الأخير فوق ج وترصد نقطة أ في الطبيعة فإذا مر إمتداد أ أ بالنقطة ج كان العمل صحيحا وإلا فيعاد العمل ثانية.



شكل (١٦-٥): طريقة التقاطع العكسي

٤- طريقة الدوران (الترافرس):

تعتبر طريقة الدوران (الترافرس) أحسن طرق الرفع باللوحة المستوية في رفع الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة - ففي هذه الطريقة يمكن توقيع النقاط ورفعها من الطبيعة بدقة كافية تصلح للخرائط التفصيلية ذات المقياس الكبير. ويشترط في هذه الطريقة إمكان رؤية كل نقطة من النقاط التي تلحقها والأخرى التي تسبقها - كما يشترط إمكان قياس أطوال جميع خطوط المضلع والعناية التامة بعملية التوجيه الأساسي في اللوحة المستوية. ويمكن تلخيص خطوات العمل بهذه الطريقة فيما يأتي:

أ- قياس أطوال المضلع بدقة كافية.

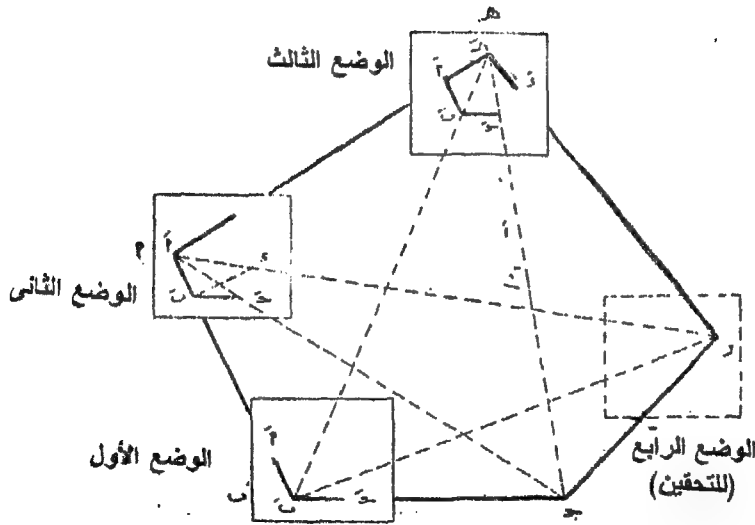
ب- توضع اللوحة المستوية فوق أى نقط من نقط المضلع مثل ب ونعين ب على اللوحة الورق مراعين شروط الضبط المؤقت وترتبط اللوحة جيداً شكل (٥-١٧).

ج- نضع حرف الأليداد على ب ونرصد أ في الطبيعة وتوقع ب أ على اللوحة الورق بمقياس الرسم المستعمل فتحدد أ وتعين نقطة ج بنفس الطريقة. ثم نرسم أشعة لأى نقطة أخرى مثل هـ ، د لإستعمالها في تحقيق العمل شكل (٥-١٧).

د- تنتقل اللوحة المستوية إلى النقاط التالية من نقط المضلع أ وترفع النقطة أ وتجرى عملية التوجيه الأساسي ليكون أ ب في الخريطة موازياً نظيره في الطبيعة وكذلك أ د على اللوحة الورق موازياً نظيره في الطبيعة وبعد ذلك نرسم شعاعاً إلى هـ وتوقع بقياس الطول أ هـ.

هـ- وللتحقيق نرسم شعاعاً إلى د وآخر إلى ج للتحقيق ويجب أن يمر الشعاع إلى ج بنقطة ج السابق توقيعها من ب أما تقاطع الشعاعين من أ ، ب إلى د فيعين مكان د.

ويلاحظ أن أهم عيوب هذه الطريقة أنها أكثر تعباً وجهداً من الطرق الثلاثة الأخرى حيث أننا نكرر في كل مرة وفي كل نقطة عملية التوجيه الأساسي والتسامت والأفقية.



شكل (١٧-٥): طريقة الدوران (الترافرس)

٥-٢-٤- مزايا وعيوب الرفع باللوحة المستوية:

- مزايا الرفع باللوحة المستوية

١- في اللوحة المستوية نحصل على جميع المعلومات اللازمة والتفاصيل لرفع ورسم الخرائط للمنطقة المرفوعة من الغيط مباشرة.

٢- يمكن إجراء عمليات التحقيق مباشرة بمقارنة القياسات المأخوذة الطبيعة بما يقابلها على الخريطة.

٣- يستغنى عن قياس الزوايا في الرفع باللوحة المستوية.

٤- يستفاد من استعمال اللوحة المستوية توقيع نقط جديدة (مسألة الثلاث نقط - مسألة النقطتين).

٥- تعتبر هذه الطريقة من أسرع طرق الرفع في الاستعمالات المختلفة فمثلا الخرائط ذات المقاييس الكبيرة (١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠) تستعمل لها طريقة الترافرس فنحصل على الخريطة بدقة كافية وبطريقة سريعة نسبيا. والخرائط ذات المقاييس الصغيرة نسبيا (١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠) تستعمل لها طريقة التقاطع الأمامي لسهولة وسرعتها.

- عؤوب الرفع باللوءة المسؤوءة:

- ١- لاءسءعمل فى مناءق الغاءاء والأراضى ذاء الطبوءغراففة الشءفة.
- ٢- لاءمكن الرفع باللوءة المسؤوءة فى الأجواء الممطرة والرطبة لذلك فقل إساءءام اللوءة المسؤوءة فى معظم بلدان أوروبا.
- ٣- ثقل الأءواء المسءعملة وعؤوبها الآلفة الكءفراء ءءء من إساءعمال الرفع باللوءة المسؤوءة.

- مصادء الأءطاء فى الرفع باللوءة المسؤوءة:

- ١- انكماش اللوح الورق وما ففءء عنه من أءطاء فى القفاساء من اللوح مفاشرة (راءع انكماش الخرائط فى باب الخرائط المساحفة).
- ٢- العؤوب الآلفة الكءفراء فى الأءواء المسءعملة وأهمها عؤوب الألفءاء.
- ٣- عءم ضبب اللوءة ضبباً مؤقءاً ءقفاً.
- ٤- عؤوب ءءقة فى قفاس وءوقفع الأبعاء على الخرفطة.

الباب السادس حساب المساحات وتقسيم الأراضي

الباب السادس

حساب المساحات وتقسيم الأراضي

٦-١- مقدمة

بعد رفع الأرض وعمل الخريطة اللازمة لها يطلب من المهندس حساب المساحات المبنية بها. أو يطلب من المهندس تحديد المساحات من الخرائط المساحية ويعتبر حساب المساحات وتقسيم الأراضي من أهم الأعمال المساحية - حيث على ضوءها يتم تحديد المكعبات الزراعية وتحديد خطوط التقسيم.

٦-٢- حساب المساحات

بعد عمليات رفع الأراضي ورسم الخرائط المساحية يتطلب دائما حساب المساحات لتحديد الملكيات الزراعية، وهنا يجب مراعاة أن المساحة المحسوبة من الرسم قد تكون أقل من المساحة الطبيعية على سطح الأرض وخاصة في الأراضي المنحدرة حيث أنه تؤخذ القياسات التي ترسم بها الخرائط في مستوى أفقي دائما. وعموما يوجد مصدران أساسيان يمكن منهما تحديد أو حساب المساحات:

أ- من الخرائط:

وهي الأكثر استعمالا لسهولة استخدامها بالرغم من احتمال وجود خطأ في توقيع ورسم الخرائط.

ب- من الطبيعة:

وتحدد المساحة من واقع القياسات على الطبيعة وهي من أدق الطرق نظرا لعدم وجود أخطاء بها. ومع هذا فإنها لا تستخدم كثيرا إذ يجب دائما الرجوع إلى المنطقة على الطبيعة لأخذ البيانات سواء كانت أطوال أو أشكال نحتاج إليها لتعيين المسطحات.

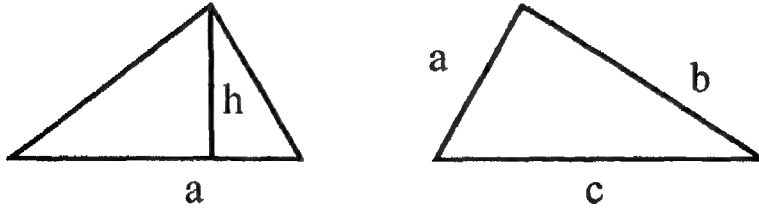
وتوجد عدة طرق لحساب المساحات منها الحسابية والنصف الحسابية والتخطيطية والميكانيكية وسوف نوضح فيما يلي هذه الطرق:

٦-٢-١ - الطريقة الحسابية:

وفيها تقسم المساحة الى مجموعة من الأشكال الهندسية المنتظمة مثل المثلثات أو أشكال رباعية ثم تحسب مساحات هذه الأجزاء ويجمعها نحصل على المساحات الكلية. وأهم قوانين مساحات الأشكال المنتظمة هي:

أ- المثلث: Triangle (شكل ١-٦)

توجد عدة قواعد لحساب مساحة المثلث مأخوذة من قوانين حساب المثلثات البسيطة:



شكل (١-٦)

- مساحة مثلث معلوم فيه القاعدة والارتفاع:
المساحة = نصف حاصل ضرب القاعدة × الارتفاع

$$A = \frac{a \cdot h}{2}$$

- مساحة مثلث معلوم فيه ضلعان والزاوية بينهما:
المساحة = نصف حاصل ضرب أى ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما

$$A = \frac{1}{2} a \cdot c \sin \alpha = \frac{1}{2} c \cdot b \sin \beta = \frac{1}{2} a \cdot b \sin \delta$$

- مساحة مثلث معلوم أضلاعه:

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

حيث:

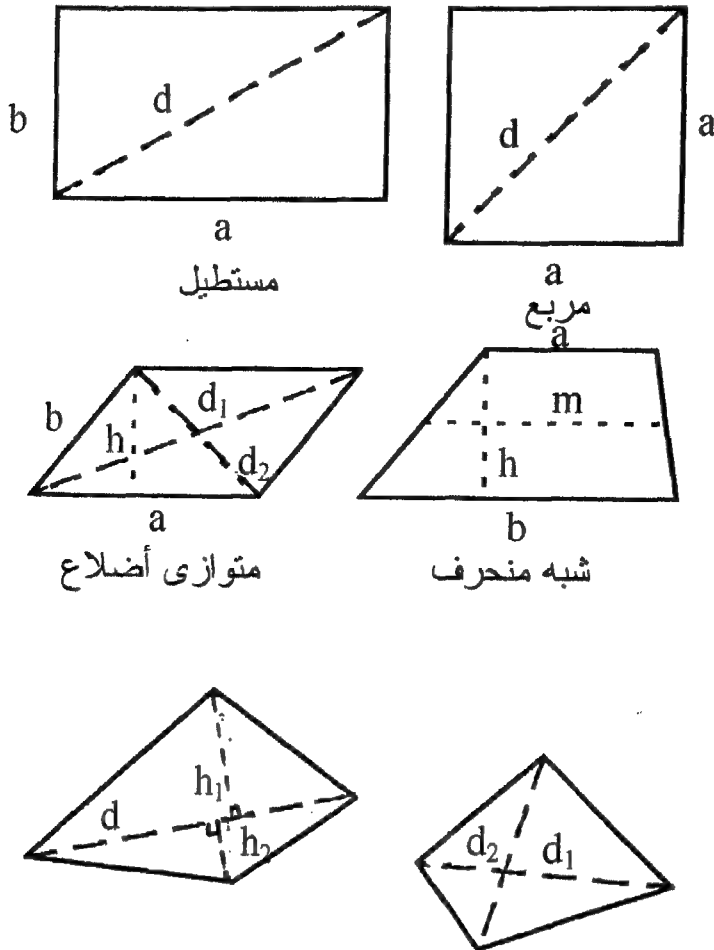
s: نصف مجموع الأضلاع = نصف المحيط

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

ملحوظة: في المثلث المتساوي الأضلاع تحسب المساحة من العلاقة:

$$A = \frac{a^2}{4} \sqrt{3} \quad , \quad h = \frac{a}{2} \sqrt{3}$$

ب- الأشكال الرباعية (شكل ٦-٢)



شكل (٦-٢) الأشكال الرباعية

- المربع Square

$$A = a^2, \quad d = a\sqrt{2}$$

حيث a طول الضلع، d قطر المربع

- المستطيل Rectangle

$$A = a.b, \quad d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

حيث a ، b طول أضلاع المستطيل، d قطر المستطيل

- متوازي الأضلاع Parallelogram

مساحة متوازي الأضلاع = القاعدة \times الارتفاع

$$A = a.h = a.b \sin \alpha$$

حيث a طول القاعدة، h الارتفاع

وتحسب طولى القطرين d_1 ، d_2 من العلاقات الآتية:

$$d_1 = \sqrt{(a + h \cot \alpha)^2 + h^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(a - h \cot \alpha)^2 + h^2}$$

- شبه المنحرف Trapezium

مساحة شبه المنحرف = القاعدة المتوسطة \times الارتفاع

$$A = \frac{a+b}{2} h = m.h,$$

حيث m القاعدة المتوسطة، h الارتفاع

- مساحة الشكل الرباعى الغير منتظم:

يقسم الشكل الرباعى إلى مثلثين

$$A = \frac{d}{2} (h_1 + h_2)$$

أو يحسب من العلاقة:

$$\text{المساحة} = \frac{1}{4} \times \text{حاصل ضرب القطرين} \times \text{جيب الزاوية بينهما}$$

$$A = \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \alpha$$

ج- الأشكال السداسية Hexagon والثمانية Octagon (شكل ٣-٦)

$$A = \frac{3}{2} a^2 \sqrt{3}$$

حيث a طول ضلعه

- الشكل السداسي

$$d = 2a$$

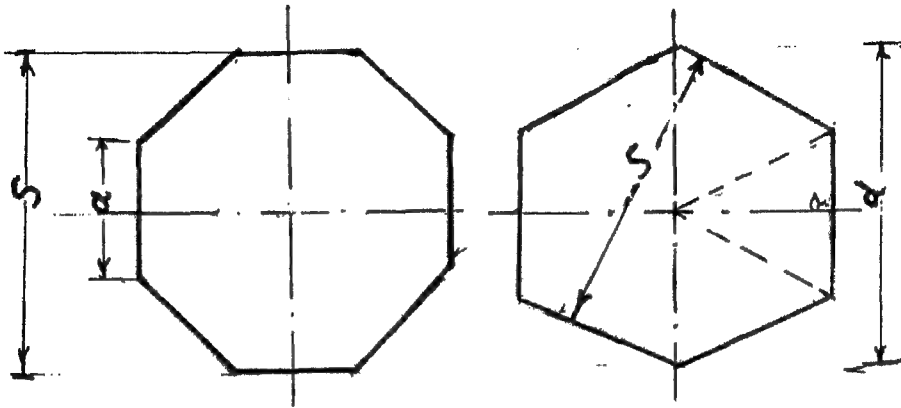
$$= \frac{2}{\sqrt{3}} S = 1.155 S$$

$$S = \frac{\sqrt{3}}{2} d = 0.866 d$$

- الشكل الثماني

$$A = 2a S = 6.83 S^2$$

$$a = S \tan 22.5^\circ = 0.415 S$$



شكل (٣-٦)

٣- مساحة الأشكال الدائرية (شكل ٦-٤):

- مساحة الدائرة = Circle

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \pi r^2$$

$$A = 0.785 d^2$$

حيث d القطر، r نصف القطر

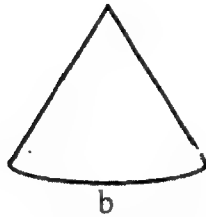
- الحلقة Annulus

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

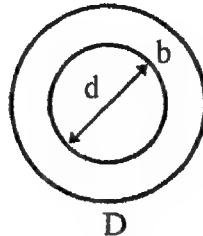
حيث D قطر الدائرة الخارجة
 d قطر الدائرة الداخلة

$$A = \pi (d + b) b$$

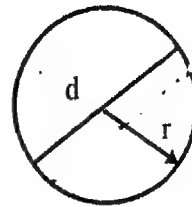
$$b = \frac{D - d}{2}$$



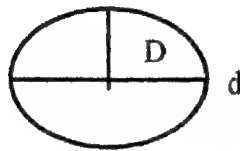
القطاع الدائري



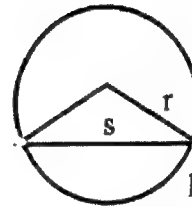
الحلقة



دائرة



القطاع الناقص



القطعة الدائرية

شكل (٦-٤)

- القطاع الدائري Sector of a circle

$$A = \frac{\pi}{360} r^2 \alpha = \frac{a}{2} r^2 = \frac{br}{2}$$

حيث α زاوية القطاع بالتقدير الستيني α زاوية القطاع بالتقدير الدائري

$$b = \frac{\pi}{180} r \alpha$$

حيث b طول قوس القطاع
r نصف قطر الدائرة

Segment of a circle القطعة الدائرية

$$A = \frac{h}{6S} (3h^2 + 4S^2) = \frac{r^2}{2} (\alpha - \sin \alpha)$$

حيث S طول قاعدة القطعة الدائرية وتساوى:-

$$S = 2r \sin \frac{\alpha}{2}$$

r نصف قطر الدائرة

$$r = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

h ارتفاع القطعة الدائرية

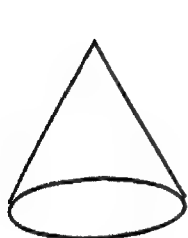
$$h = r \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{S}{2} \tan \frac{\alpha}{4}$$

- القطع الناقص Ellipse

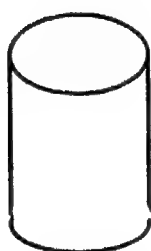
$$A = \frac{\pi}{4} Dd = \pi a.b$$

حيث D طول المحور الأكبر، d طول المحول الأصغر للقطع الناقص

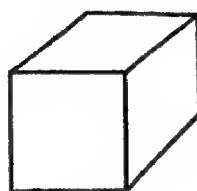
هـ- مساحة السطوح للأجسام المنتظمة (شكل ٥-٦)



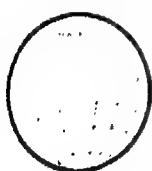
المخروط



الاسطوانة



المكعب



الكرة



متوازي المستطيلات

شكل (٥-٦)

المكعب cube

$$A = 6a^3$$

متوازي المستطيلات cuboid

$$A = 2(ab + ac + bc)$$

الأسطوانة cylinder

$$A = 2\pi rh$$

المخروط cone

$$A = \pi r m$$

$$m = \sqrt{h^2 + r^2}$$

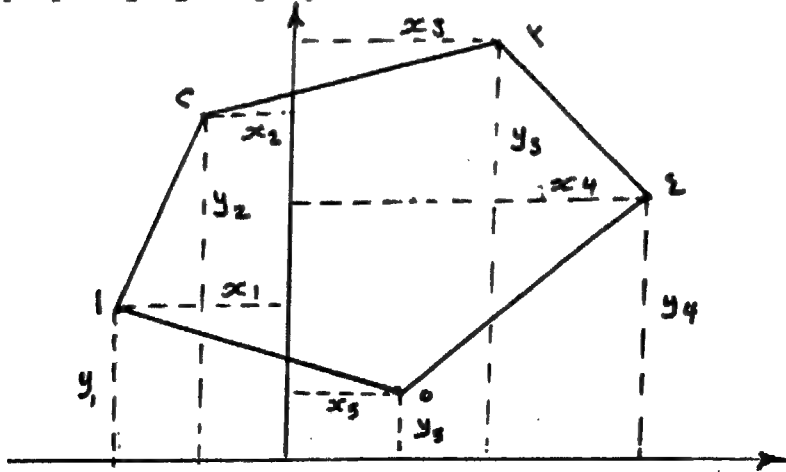
الكرة sphere

$$A = 4\pi r^2$$

و- مساحة الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة

فى هذه الحالة تحسب المساحة بطريقة الإحداثيات فمثلاً لحساب مساحة المضلع الموجود فى شكل (٦-٦) نرقم النقاط فى إتجاه دائرى واحد وتحسب إحداثيات رؤوس المضلع ونجد أن إحداثيات المضلع المميز هى:

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4), (x_5, y_5)$$



شكل (٦-٦)

$$2A = \sum y_n (x_{n+1} - x_{n-1})$$

$$2A = \sum x_n (y_{n+1} - y_{n-1})$$

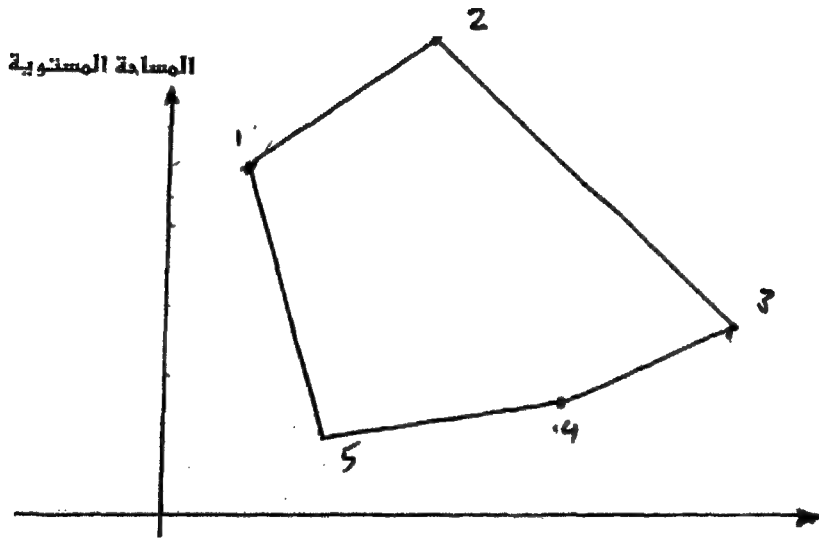
أى أن ضعف مساحة أى شكل معلوم إحداثيات رؤوسه يساوى مجموع حاصل ضرب كل إحداثى رأسى فى الفرق بين الأحدثيين الأفقيين اللاحق والسابق له. وهو يساوى أيضاً مجموع حواصل ضرب كل إحداثى أفقى فى الفرق بين الأحدثيين الرأسيين اللاحق والسابق له.

مثال:

أوجد مساحة الشكل الذى إحداثياته

$$(2,10), (7,14), (14,5), (10,3), (4,2,5)$$

الحل



x	2	7	14	10	4
y	10	14	5	3	2.5

$$A = \frac{1}{2} [10(7-4) + 14(14-2) + 5(10-7) + 3(4-14) + 2.5(2-10)]$$

$$\frac{1}{2}(30 + 168 + 15 - 30 - 20) = 81.5 m^2$$

وهذا ويمكن إيجاد المساحة بمعلومية إحداثيات النقطة بطريقة سهلة وبسيطة وتتلخص فيما يلي:

- ١- ترتب إحداثيات كل نقطة على هيئة بسط ومقام ($\frac{\text{س}}{\text{ص}}$) وتوضع بترتيب دائري واحد بحيث تنتهي بالنقطة التي ابتدأنا منها مع مراعاة وضع الإحداثيات بإشارتها الجبرية.
- ٢- يضرب كل مقام في بسط الكسر التالي. ثم يضرب كل بسط في المقام للحد التالي (الخطوط المنقطعة).
- ٣- نجمع كل حواصل الضرب في الخطوط الكاملة على حده والخطوط المنقطعة على حده والفرق الجبري بينهما يكون هو ضعف المساحة وذلك بغض النظر عن الإشارة الجبرية.

$$2A = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \end{bmatrix}$$

احسب مساحة المضلع في المثال السابق. بالطريقة السابقة.

الحل:

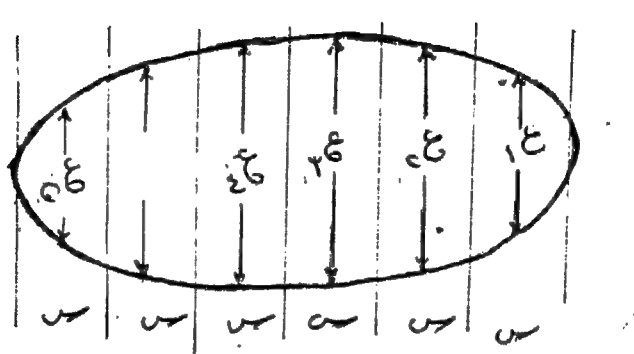
$$\begin{aligned}
 2A &= \left[\frac{2}{10} \frac{7}{14} \frac{14}{5} \frac{10}{3} \frac{4}{2.5} \frac{2}{10} \right] \\
 &= (2 \times 14 + 7 \times 5 + 14 \times 3 + 10 \times 2.5 + 4 \times 10) \\
 &\quad - (10 \times 7 + 14 \times 14 + 5 \times 10 + 3 \times 4 + 2.5 \times 2) \\
 &= 163 \\
 A &= 81.5 m^2
 \end{aligned}$$

٦-٢-٢- الطرق النصف حسابية:

وتستعمل في الأراضي الممتدة كالشرايح والمساحات الضيقة وتتلخص هذه الطريقة في أخذ محور يوازي طول المنطقة تقريبا في الطبيعة وتقسّم الى أجزاء متساوية في الجزء المقطوع بين حدى القطعة ثم نقيم من نقطة التقسيم أعمدة ونتبع إحدى الطرق الآتية حسب دقة الحساب المطلوب:

أ- طريقة العمود المتوسط:

وهي طريقة تقريبية وفيها تقسم المنطقة الى أجزاء متساوية على المحور ثم تقام على هذا المحور ومن منتصف كل قطعة عمودا يتوسط القطعة شكل (٦-٧):



شكل (٦-٧)

وتكون المساحة كلها عبارة عن مجموع مساحات الشرائح.
 المساحة = س ع_١ + س ع_٢ + س ع_٣ + س ع_٤ س ع_١ - س ع_١
 المساحة = س (ع_١ + ع_٢ + ع_٣ + ع_٤ + ع_١)

ب- طريقة متوسط الارتفاعات:

وهذه الطريقة تعتبر من الطرق التقريبية إذ تحسب المساحة الكلية للمنطقة على أساس أخذ متوسط الأعمدة فتتحول المساحة كلها الى مستطيل طوله عبارة عن طول القطعة وإرتفاعه هو متوسط الأعمدة.

فإذا كان المراد حساب المساحة للقطعة المبينة في شكل (٦-٧) مثلاً فإننا نجد أن:

$$\text{المساحة} = \text{ن س} \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{ن} - 1} \right)$$

$$\text{المساحة} = (\text{ن} - 1) \text{ س} \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{ن}} \right)$$

حيث: ن عدد الأقسام
 س المسافة بين كل عمودين متتاليين

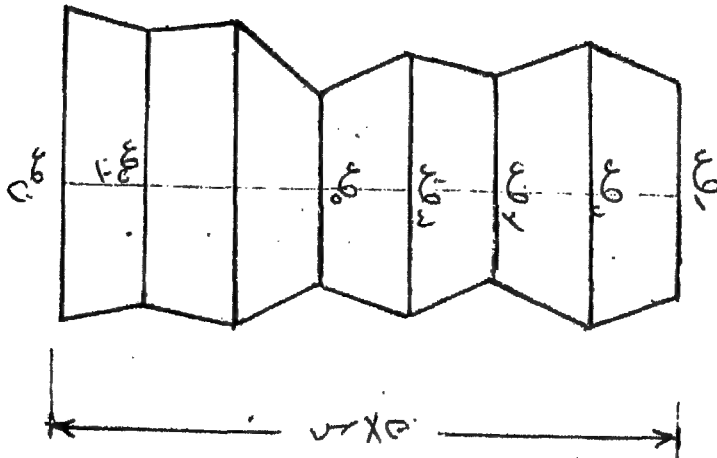
ج- طريقة أشباه المنحرفات:

وهي طريقة أدق من سابقتها وأساسها هو حساب المساحة على اعتبار أن كل قسم عبارة عن شبه منحرف قاعدته العمودان وأرتفاعه س.
 ففي شكل (٦-٨) نجد أن

$$\begin{aligned} \text{المساحة} &= \frac{\text{س}}{2} (\text{ع}_1 + \text{ع}_2) + \frac{\text{س}}{2} (\text{ع}_2 + \text{ع}_3) + \frac{\text{س}}{2} (\text{ع}_3 + \text{ع}_4) + \dots \\ &+ \frac{\text{س}}{2} (\text{ع}_4 + \text{ع}_5) + \dots \\ &+ \frac{\text{س}}{2} (\text{ع}_5 + \text{ع}_6) + \dots \end{aligned}$$

$$+ \frac{س}{٢} (١ع + ٢ع + ٢ع + ٢ع + ٢ع + + ٢ع + ١ع)$$

$$= \frac{س}{٢} (١ع + ٢ع + ٢ع + ٢ع + ٢ع + + ٢ع + ١ع)$$
 المساحة = $\frac{س}{٢} (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف الأعمدة الباقية)$
 وتستعمل هذه الطريقة إذا كانت حدود الأرض منحنية انحناء بسيط أو منكسرة.



شكل (٦-٨)

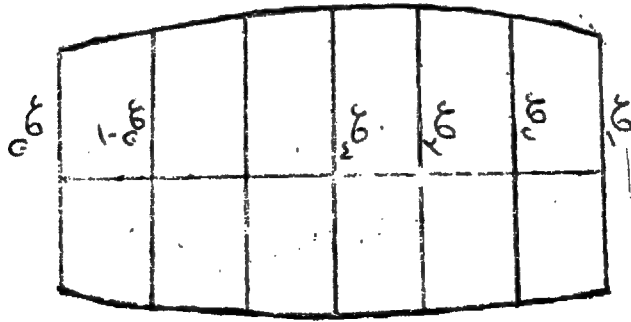
د- طريقة سمسون

تستعمل إذا كانت حدود الأرض منحنية تماماً بمعنى أنه يمكننا (أعتبار كل ٣ نقط من الحدود عبارة عن منحنى قطع مكافئ شكل ٦-٩).

$$المساحة = \frac{س}{٣} [١ع + ٢ع + ٢ع + ٢ع + + ٢ع + ١ع]$$

$$= \frac{س}{٣} (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف الأعمدة الفردية الباقية + أربعة أمثال الأعمدة الزوجية)$$

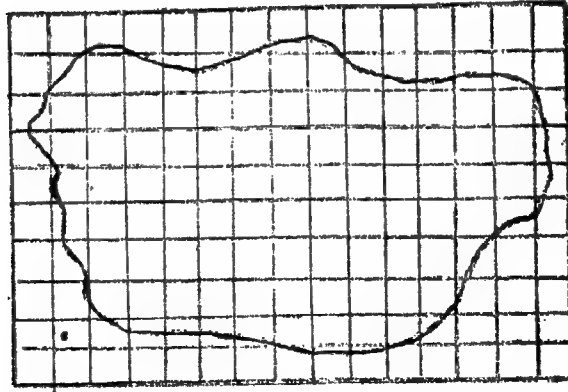
ويجب أن يكون عدد الأقسام زوجي وإذا كان فردياً يحدف قسم عند أحد الطرفين وتحسب مساحته على حده مع ملاحظة أنه في حالة عدم وجود عمود في بداية القطعة أو نهايتها يجب اعتبار العمود الأول والأخير يساوي صفراً عند تطبيق القانون.



شكل (٦ - ٩)

هـ - حساب المساحة باستعمال شبكة مربعات مساعدة:
وهذه الطريقة تقريبية وتستعمل في حساب الأشكال الغير منتظمة.
بالرغم من أنها تمتاز بسرعتها غير أن دقتها محدودة. وتتلخص في الآتي:

نرسم على ورقة شفاف شبكة من المربعات مساحة كل منها تساوي الوحدة المستعملة م (١م^٢، ١٠م^٢، ٢٥م^٢، ١٠٠م^٢ وهكذا حسب مقياس الرسم شكل ٦-١٠) ثم نضع الشبكة على الشكل المطلوب حساب مساحته ونحصى عدد المربعات الكاملة التي يحتوى عليها الشكل ونقدر الأجزاء الأقل من مربع كامل ونجمعها كلها وليكن مجموعها كمربعات كاملة ن فتكون المساحة الكلية للشكل = م . ن. ويمكن عمل الشبكة على لوح من الزجاج بدلاً من ورق الشفاف لو احتاج العمل لتطبيق هذه الطريقة كثيراً ويجب عند وضع لوح الزجاج على الرسم أن تراعى دائماً أن يكون الوجه المقسم ملاصقاً للشكل المطلوب قياسه حتى نتجنب انكسار الأشعة نتيجة لسمك الزجاج.



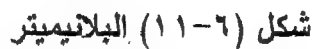
شكل (٦- ١٠)

٦-٢-٣- الطريقة الميكانيكية

وهي تعتمد على استخدام أجهزة معينة لتحديد المساحات من الرسم وأهم تلك الأجهزة هو جهاز البلانيمتر وتستخدم هذه الطريقة في حساب مساحات الأراضي الكثيرة التعاريج.

يعتبر جهاز البلانيمتر من أفضل الطرق الميكانيكية في إيجاد المساحات الغير منظمة داخل أى شكل مقفل وذلك بمرور سن مدبب للجهاز على محيط الشكل المطلوب إيجاد مساحته - ويمتاز البلانيمتر بالسرعة والدقة في حساب المساحات من الخرائط مباشرة.

يتركب البلانيمتر من ذراعين من المعدن أحدهما يعرف بذراع الراسم أو ذراع القياس "أ" والآخر يعرف بالذراع الثابت أو ذراع القطب "ب" ويتصل الذراعين ببعضهما عن طريق مفصل كروى "س" عبارة عن مخروط صغير في نهاية ذراع القطب يدخل في ثقب موجود في ذراع القياس كما في ذراع القياس. ويوضح شكل (٦- ١١) الأجزاء الرئيسية للبلانيمتر.

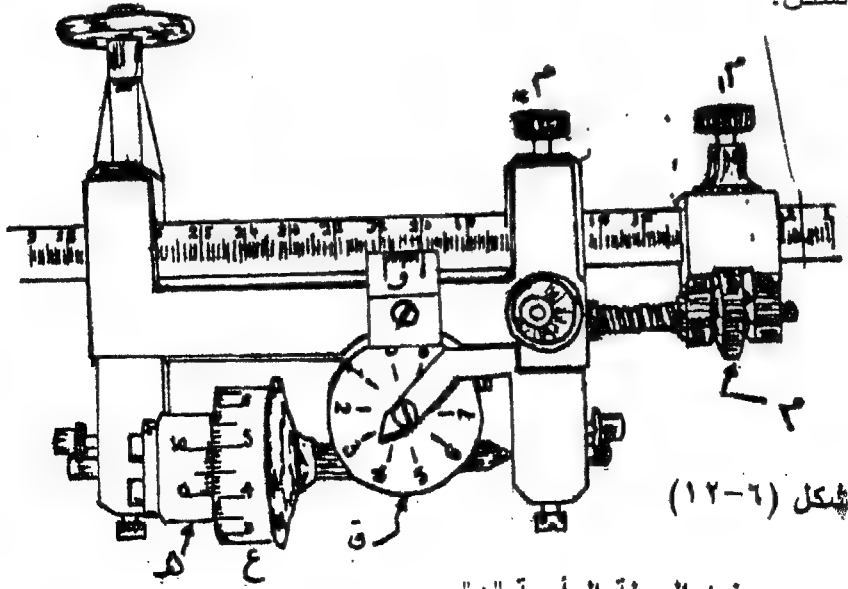


مثبت في أحد طرفيه ابرة الراسم "ج" عمودية على الذراع ولها يد تستخدم في امرار الأبرة على طول محيط الشكل. ومثبت في هذه اليد مسمار محوري "د" له طرف أملس يتركز به على سطح الورقة المرسوم بها الشكل وبفكه قليلا ترتفع ابرة الراسم عن الورقة حتى لا يتلف سن الأبرة الورقة أو الخريطة المرسومة.

كما يتصل بالغلاف المعدني الأجزاء الأتية:

وهي مثبتة على محور أفقي يوازي ذراع الراسم وتدور في مستوى عمودي عليه ومحيط العجلة مقسم إلى ١٠ أقسام متساوية وكل قسم مقسم

بدوره إلى ١٠ أقسام أخرى متساوية كما في شكل (٦-١٢). أى أن العجلة الرأسية مقسمة إلى ١٠٠ قسم وتدور هذه العجلة أثناء مرور أبرة الراسم على محيط الشكل.



ب- ورنيه العجلة الرأسية "هـ"

حيث تدور عجلة القياس الرأسية أمام هذه الورنية وهي تقرأ $\frac{1}{1000}$ من أصغر قسم على العجلة الرأسية أو $\frac{1}{10}$ من دورة كاملة للعجلة.

ج- القرص الأفقى "ق"

ويأخذ حركته عن طريق بزيمة مركبة على محور دوران العجلة الرأسية وتعشق أسنان البريمة مع أسنان ترس آخر أسفل القرص الأفقى والقرص مقسم إلى ١٠ أقسام متساوية وتقرأ هذه الأقسام بواسطة مؤشر بأعلى القرص. والبريمة والترس مصممان بحيث يدور القرص الأفقى بمقدار قسم واحد من أقسامه ($\frac{1}{10}$ لفة) كلما دارت العجلة الرأسية لفة واحدة كاملة.

٢- الذراع الثابت "ب" (ذراع القطب):

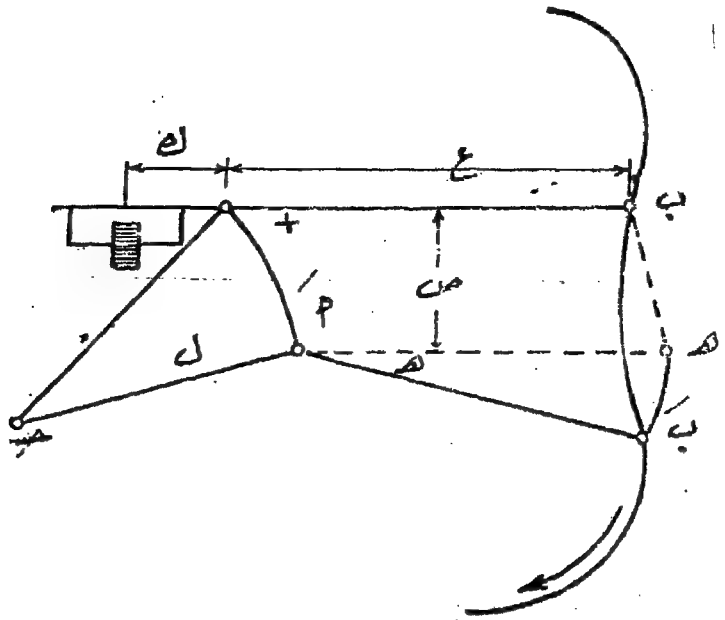
ينتهى أحد طرفيه بتقل اسطوانى الشكل "ث" مثبت فى مركزه من أسفل ابرة صغيرة تغرز فى الخريطة حتى لا يتحرك هذا الذراع أثناء الدوران على محيط الشكل. وينتهى الطرف الآخر للذراع الثابت بمفصل

كروى يوضع فى ثقب خاص فى الغلاف المعدنى لذراع الراسم وبذلك يتصل ذراعى البلاينيتر ببعضها أثناء الاستعمال.

نظرية القياس بالبلاينيتر

بفرض أن الراسم تحرك مساحة صغيرة كما فى الشكل (٦-١٣) يمكن تحليل الحركة إلى:

- (١) حركة الذراع أ ب موازيا لنفسه مسافة مقدارها ص.
 - (٢) حركة دوران الذراع بزاوية مقدارها هـ على ذلك فتكون:
- المساحة مقطوعة = مساحة متوازي الأضلاع + مساحة المثلث
- $$\text{المساحة مقطوعة} = \text{ع ص} + \frac{1}{2} \text{ع}^2 \text{هـ}$$



شكل (٦-١٣)

بالنسبة إلى عجلة القياس فنجد أنها فى أثناء الحركة الأولى دارات حول محوارها وقطعت المسافة س وأثناء دوران ذراع الراسم حول أ نجد أن دارت فى إتجاه عكسى قاطعة مسافة محيطها طولها = - وهـ وعلى ذلك فإن الجزء الذى دار من العجلة هو :

$$\text{ص} - \text{و} = \text{د}$$

$$\text{ص} = \text{د} + \text{و}$$

$$\text{المساحة المقطوعة} = \text{ع د} + \text{ع و} + \text{د} + \frac{1}{4} \text{ع}^2$$

$$= \text{ع د} + \text{و} + \left(\text{ع} + \frac{1}{4} \right)$$

فإذا تحرك الراسم على حدود الشكل كله فتكون المساحة الكلية هي العبارة عن تكامل المسافة الجزئية المقطوعة ولكننا نلاحظ أنه عند تحريك الراسم حول الشكل كله ابتداء من نقطة ما والتقل خارج الشكل في اتجاه عقرب الساعة مثلاً على أن تعود لنفس النقطة فنجد أن إشارة الزاوية هـ التي دارها ذراع الراسم بالزائد عند التحرك من أعلى إلى أسفل وبالنقص عند التحرك من أسفل إلى أعلى.

وعلى ذلك فإن مجموع الزاوية (هـ) = صفر

وتكون مساحة الشكل = ع د

أى طول ذراع الراسم \times طول المسافة التي دارها محيط العجلة فإذا كان نصف قطر العجلة = نق و يكون محيطها = 2π نق وإذا دارت العجلة عدد من الدورات فتكون المسافة المقطوعة د

$$د = 2 \pi \text{ نق}$$

والمساحة المطلوبة هي: ع د = 2π ع نق

$$= \pi \text{ ع د}$$

$$= 2 \pi \text{ ع نق}$$

حيث ك

طريقة قراءة البلانيمتر

تتكون قراءة البلانيمتر من أربعة أرقام - فتقرأ ورنية العجلة الرأسية "هـ" رقم الأحاد بينما تقرأ العجلة الرأسية "ع" رقمى العشرات والمئات، أما فى القرص الأفقى "ق" فيقرأ رقم الآلاف. وعلى ذلك تكون قراءة البلانيمتر الموجودة فى شكل (٦-١٣) كما يلى:

على القرص الأفقى	٣٠٠٠
على عجلة القياس الرأسية	٤٠٠

$$\begin{array}{r} \text{على ورنيه العجلة الرأسية} \\ \text{وحدة بلانيمترية} \\ \hline ٣٤٠٥ \end{array}$$

ويلاحظ هنا أن قراءة القرص الأفقي يحددها مؤشر القرص المحصور بين ٤،٣ وقراءة العجلة الرأسية يحددها صفر الورنية المحصور بين ٥،٤ أما قراءة الورنية فتحدد برقم القسم الأكثر انطباقاً (على أقسام العجلة الرأسية) من جميع الأقسام العشرة للورنية وهو القسم الخامس.

خطوات استعمال البلانيمتر

لايجاد مساحة أى شكل باستعمال البلانيمتر نتبع الخطوات الآتية:

- ١- نحدد مقياس رسم الشكل المطلوب ايجاد مساحته ونعين طول ذراع الراسم المقابل من الجدول المرفق مع جهاز البلانيمتر. والجدول الآتى يعطى نموذجاً من جداول البلانيمتر.

مقياس الرسم م: ١	موضوع صفر الورنية على ذراع الراسم (ل) مم	العدد الثابت لوحدة الورنية بالنسبة لمقياس ١:١ بالنسبة لمقياس الرسم ١:م (على الخريطة) (على الطبيعة)
١: ١٠٠٠	٢٠٠,٠٠	١٠ مم
١: ٥٠٠	١٦٠,٠٠	٨ مم
١: ٢٥٠	١٢٨,١٠	٦,٤ مم
١: ٢٠٠	١٠٠,١٠	٥ مم
١: ٥٠٠	٨,١٠	٤ مم

- ٢- نفك مسمارى الربط للحركة السريعة والبطيئة ونحرك ذراع الراسم لكى ينزلق داخل الغلاف المعدنى حتى يقع صفر الورنية المتصلة بالغلاف على الطول المكتوب فى الجدول والمقابل لمقياس رسم الشكل.
- ٣- نربط مسمار الحركة السريعة م١ فقط ونحرك المسمار الخاص بالضبط الدقيق "م" لقراءة الورنية إلى أن نحصل على طول ذراع الراسم بالضبط بالاستعانة بالورنية ثم نربط مسمار الحركة البطيئة م٢ جيداً حتى لا يتغير

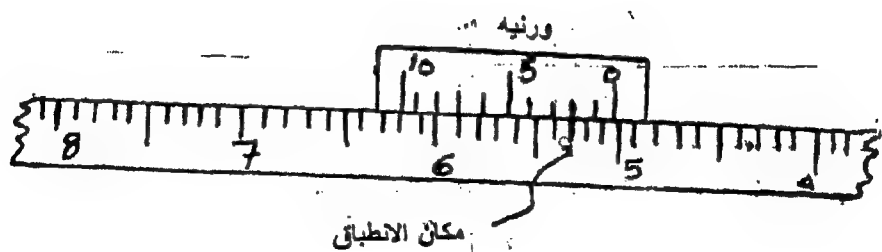
طول الذراع. فمثلا إذا كان الشكل المطلوب إيجاد مساحته مرسوم بمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ وكان طول ذراع الراسم "ل" المقابل له من الجدول جهاز البلانيمتر هو ل = ١٠٠,١٠ مم يضبط كما هو موضح في شكل (٦-١٤) ويلاحظ انطباق ثانى من أقسام الورنية على قسم مقابل له على ذراع القياس ليحدد ٠,١ مم

٤- اختبار أفضل موضع للتقل الاسطوانى "ث" وهو وضع التقل خارج حدود الشكل فى وضع مناسب يمكن منه دوران ابرة الراسم حول محيط الشكل كله بدون أى عائق وبحيث لا تزيد الزاوية بين ذراعى البلانيمتر عن ١٥٠° ولا تقل عن ٣٠° أثناء الدوران حول الشكل ولتحقيق ذلك نضع الذراعين متعامدان على بعضهما بحيث يكون سن الراسم فى مركز الشكل بالتقريب ثم نثبت التقل الاسطوانى فيكون ذلك هو أنسب مكان له (شكل ٦-١٥).

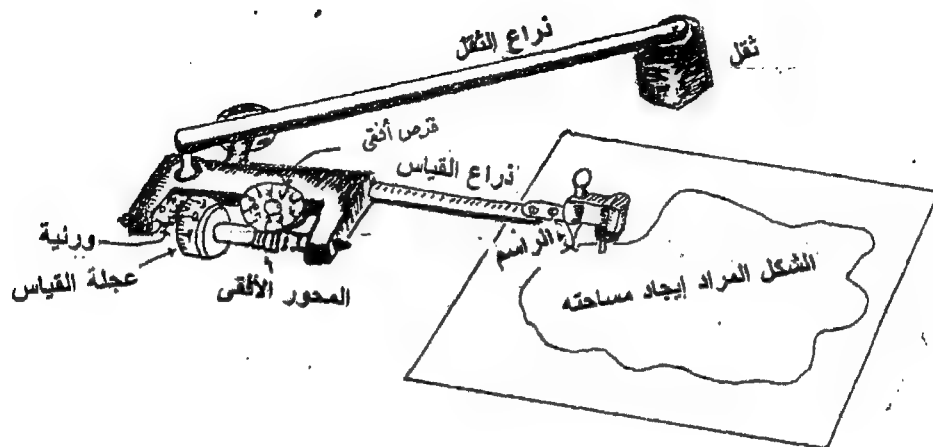
٥- نحدد نقطة بداية على محيط الشكل ونضع ابرة الراسم عليها ثم ندير العجلة الرأسية باليد حتى يقرأ مؤشر القرص الأفقى صفر وينطبق صفر الورنية على صفر العجلة الرأسية تماما مع التأكد من وجود ابرة الراسم على نقطة البداية فتكون القراءة الابتدائية للبلانيمتر فى هذه الحالة تساوى صفرا. وإما أن ندون القراءة الموجودة كما هى ونعتبرها القراءة الأولى (٢٤٦٨).

٥- نمرر ابرة ذراع الراسم على محيط الشكل فى اتجاه حركة عقربى الساعة بسرعة منتظمة حتى نعود إلى نقطة البداية مع مراعاة انطباق سن ابرة الراسم على محيط الشكل بالضبط ونقرأ القرص والعجلة الورنية ونسجل القراءة الثانية ولتكن (٤٨٧٠).

٧- تلف حول محيط الشكل ثلاث مرات على الأقل ونسجل قراءة البلانيمتر فى نهاية كل دورة نطرحها من القراءة السابقة لها فنحصل على مساحة الشكل بالوحدات البلانيمترية مقاسة ثلاث مرات، فإذا كانت الفروق بسيطة تأخذ المتوسط بعد استبعاد الفروق الشاذة وترتب النتائج فى جدول كالاتى:



شكل (٦-١٤)



شكل (٦-١٥)

متوسط الفروق	الفرق بين كل قراءتين متتاليتين	قراءة البلانيمتر
$\frac{240.5 + 240.3}{2}$ $240.4 =$	٢٤٠.٣	القراءة الأولى: ٢٤٦٨
	× ٤٨٧١	القراءة الثانية: ٤٨٧١
	٢٤٠.٥	القراءة الثالثة: ٧٢٧٦
		القراءة الرابعة: ٩٦٩٧

مساحة الشكل = المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهاز

مساحة الشكل على الخريطة

= المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهاز على الخريطة

$$= 5 \times 240.4 = 1202.0 \text{ مم}^2$$

مساحة الشكل على الطبيعة

= المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهاز على الطبيعة

$$= 20 \times 240.4 = 4808.0 \text{ متر}^2$$

وفي حالة استعمال البلانيمتر فى إيجاد شكل مرسوم بمقياس رسم غير موجود بالجدول نختار أقرب مقياس رسم له من الجدول ونحسب المساحة على أساس مقياس الرسم الجديد ثم تحسب المساحة الحقيقية للشكل من القانون:

المساحة الحقيقية

$$= \text{المساحة المقاسة بالبلانيمتر} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}} \right)^2$$

أمثلة محلولة على المساحات

مثال ١: أوجد مساحة المثلث الذى أضلاعه تساوى ١٨، ١٦، ١٢ متر
الحل:

$$A = 18, \quad B = 16, \quad C = 12m$$

$$S = \frac{a+b+c}{2} = \frac{18+16+12}{2} = 23$$

$$A = \sqrt{S(S-A)(S-B)(S-C)}$$

$$A = \sqrt{23(23-18)(23-16)(23-12)}$$

$$= 94.1 m^2$$

مثال ٢: أوجد مساحة الشكل الذي إحداثيات رؤوسه

(5, 0), (5, 3), (7, 6), (3, 6), (1, 3), (0, 0)

الحل:

X	5	5	7	3	1	0
Y	0	3	6	6	3	0

$$2A = \left[\begin{array}{cccccc} 5 & 5 & 7 & 3 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 6 & 6 & 3 & 0 \end{array} \right]$$

$$= (15 + 30 + 42 + 9 + 0 + 0) - (0 + 21 + 18 + 6 + 0 + 0)$$

$$= 96 - 45 = 51$$

$$\therefore A = 25.5$$

حل آخر:

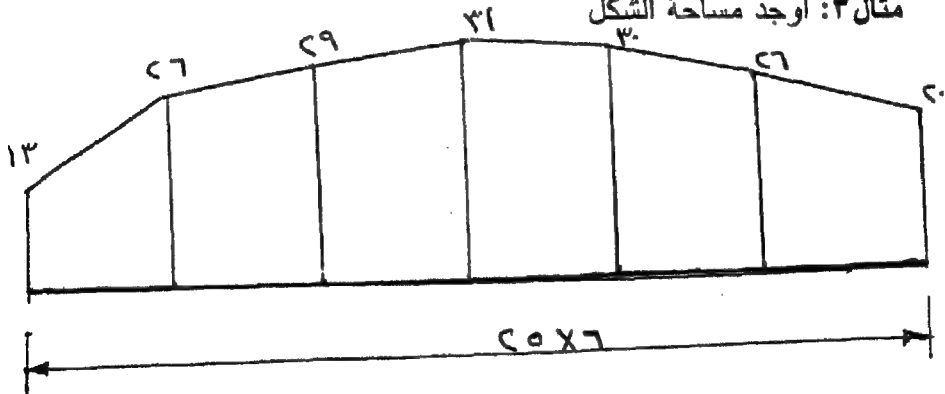
$$2A = \sum Y_n (X_{n+1} - X_{n-1})$$

$$= 0(5-0) + 3(7-5) + 6(3-5) + 6(1-7) + 3(0-3) + 0(5-0)$$

$$= 0 + 6 - 12 - 36 - 9 = -51$$

$$\therefore A = 25.5 m^2$$

مثال ٣: أوجد مساحة الشكل



الحل: طريقة متوسط الارتفاع

$$\begin{aligned} \text{المساحة} = \text{ن س} &= \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{ن} + 1} \right) \\ &= \left(\frac{١٣ + ٢٦ + ٢٩ + ٣١ + ٣٠ + ٢٦ + ٢٠}{١ + ٦} \right) ٢٥ \times ٦ = \\ &= ٣٧٥٠ \text{ م}^2 \end{aligned}$$

طريقة أشباه المنحرفات

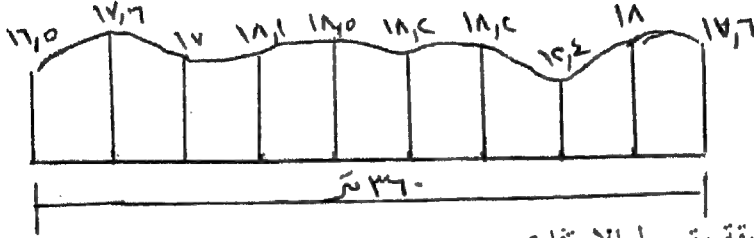
$$\begin{aligned} \text{المساحة} = \frac{\text{س}}{٢} &= (\text{العمود الأول} - \text{العمود الأخير} + \text{ضعف الأعمدة الباقية}) \\ &= \frac{٢٥}{٢} [(٢٦ + ٢٩ + ٣١ + ٣٠ + ٢٦) ٢ + ١٣ + ٢٠] = \\ &= ٣٩٦٢,٥٠ \text{ م}^2 \end{aligned}$$

طريقة سمسون

$$\begin{aligned} \text{المساحة} = \frac{\text{س}}{٣} &= (\text{العمود الأول} + \text{العمود الأخير} + \text{ضعف الأعمدة الفردية} \\ &+ \text{أربعة أمثال الأعمدة الزوجية}) \\ &= \frac{٢٥}{٣} (٢٦ + ٣١ + ٢٦) ٤ + (٣٠ + ٢٩) ٢ + ١٣ + ٢٠ = \\ &= \frac{٢٥}{٣} (٣٣٢ + ١١٨ + ٣٣) = ٤٠٢٥ \text{ م}^2 \end{aligned}$$

مثال ٤: قطعة أرض زراعية حافتها على طريق بخط مستقيم طوله ٣٦٠ متر والجهة الأخرى عبارة عن خط منحنى لإيجاد مساحتها قسمت الحافى المستقيمة إلى تسعة أقسام متساوية وأقيمت عند نقط التقسيم أعمدة إلى أن قابلت حدود الأرض فكانت أطوال أضلاع هذه الأعمدة ١٢,٤ ، ١٨ ، ١٧,٦ ، ١٨,٢ ، ١٨,٥ ، ١٨,١ ، ١٧ ، ١٧,٦ ، ١٦,٥ مترا. أوجد مساحتها بالثلاث طرق.

الحل:



الحل: طريقة متوسط الارتفاع

$$\text{المساحة} = \text{ن س} \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{1 + \text{ن}} \right)$$

$$= 36 \times \left(\frac{16,5 + 17,6 + 17 + 18,1 + 18,5 + 18,2 + 12,4 + 18 + 17,6}{1 + 9} \right)$$

$$= 6190,6 \text{ متر}^2$$

طريقة أشباه المنحرفات

$$\text{المساحة} = \frac{\text{س}}{4} (\text{العمود الأول} - \text{العمود الأخير} + \text{ضعف الأعمدة الفردية})$$

$$= \frac{40}{4} [16,5 + 17,6 + 2(18,2 + 18,2 + 12,4 + 18) + ((17,6 + 17 + 18,1 + 18,5 + 18,2 + 18,2 + 12,4 + 18 + 17,6))]$$

$$= 6202 \text{ متر}^2$$

طريقة سمسون

يلاحظ أن عدد الأقسام فردي لذلك يفصل القسم الأول ويحسب على أنه شبه منحرف والباقي يحسب بتطبيق قاعدة سمسون

$$\text{المساحة} = \left[\frac{40}{3} \times (16,5 + 18) \right] + \left[\frac{40}{4} \times (18 + 17,6) \right] + 2(18,2 + 18,2 + 12,4 + 18)$$

$$+ ((17,6 + 18,1 + 18,2 + 12,4 + 18 + 17,6))$$

$$[265,2 + 107,4 + 34,5] \frac{40}{3} + 712 =$$

$$= 712 + 5428 = 6140 \text{ متر}^2$$

مثال ٥: أستعمل بلانيمتر فى إيجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ ولكن مقياس الرسم هذا لم يكن بالجدول فوجدت المساحة على أساس مقياس ١ : ٢٠٠٠ الموجود بالجدول فكانت ٤٠ فدان فما هى المساحة الحقيقية؟

$$\text{الحل:} \quad \frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة الناتجة}} = \frac{\text{مقياس الرسم المفروض}^2}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}^2}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة الناتجة} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}^2}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}^2} \right)$$

$$= 40 \times \left(\frac{2500}{2000} \right)^2 = 62,50 \text{ فدان}$$

مثال ٦: قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٣٠٠٠ وكان الثابت الجهاز = ١ هكتار للدورة لمقياس ١ : ٢٥٠٠ وبعد مرور البلانيمتر على حدود الشكل كانت القراءة الأولى صفر والأخيرة ٦,٤٦٨٠ دورة. ماهى المساحة الحقيقية للأرض بالفدادين.

الحل:

$$\text{المساحة المقاسة} = 1 \times 6,4680 = 6,468 \text{ هكتار}$$

$$\text{الهكتار} = 4,39 \text{ فدان}$$

$$\text{المساحة المقاسة بالفدان} = 2,39 \times 6,4680 = 15,408 \text{ فدان}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = 15,408 \times \frac{3000^2}{2500^2}$$

$$= 1,44 \times 15,408 = 22,260 \text{ فدان}$$

مثال ٧: أريد قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية ١: ٢٥٠٠ باستخدام جهاز البلانيمتر وجد في الجدول المرفق مقياس الرسم ١: ١٠٠٠ أن العدد الثابت = ٣٠ متر مربعاً لكل وحدة ورنية. فإذا كانت قراءة الجهاز الأولى ١,٨١٢ وبعد المرور على حدود الشكل ٥ مرات وكانت القراءة الأخيرة للجهاز هي ٤,٩٧٨ - ما هي المساحة الفعلية للأرض بالفدان وكسوره.

الحل :

$$ن = \frac{١,٨١٢ - ٤,٩٨٧}{٥} = \text{عدد الدورات}$$

$$= \frac{٣,١٧٥}{٥} = ٠,٦٣٥ = ٦٣٥ \text{ وحدة ورنية}$$

$$\text{المساحة المقاسة} = ٦٣٥ \times ٣٠ = ١٩٠٥٠ \text{ متر مربعاً}$$

$$\text{المساحة المقاسة بالفدان} = ١,٩٠٥ \text{ هكتار} \times ٢,٣٩ =$$

$$= ٤,٥٥٢٩ \text{ فدان}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة المقاسة} \left(\frac{٢٥٠٠}{١٠٠٠} \right)^2$$

$$= ٦,٢٥ \times ٤,٥٥٣٩ = ٢٨,٤٦٥ \text{ فدان}$$

مثال ٨: أردت قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية باستخدام البلانيمتر - فوجد أن في الجدول المرفق أمام مقياس الرسم ١: ٢٥٠٠ أن العدد الثابت هو ٤٠ م^٢ لكل وحدة ورنية وبعد ضبط طول الذراع المعطى بدأت القياس حيث كانت قراءة العجلة ١,٦١٨ وبعد المرور على حدود الشكل ثلاث مرات كانت القراءة الرابعة هي ٠,٤,٨٤٠ ما هي المساحة الفعلية للأرض بالهكتار؟

الحل:

مقياس رسم الخريطة الزراعية هو ١: ٢٥٠٠

القراءة الأولى قبل البدء في العمل = ١,٦١٨

القراءة الرابعة بعد ٣ دورات = ٤,٨٤٠

الفرق = ٣,٢٢٢

وهي تمثل ٣ دورات حول الشكل

$$\text{مساحة الشكل بالوحدات البلازيمترية} = \frac{3,222}{3} = 1,074$$

وحدة = 1,074

$$\text{المساحة بالأمتار المربعة} = 40 \times 1,074 = 42,960$$

$$\frac{\text{المساحة الفعلية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \left(\frac{2500}{2000} \right)^2$$

$$\text{المساحة الفعلية} = 1,25 \times 42,960 =$$

$$= 53,700 \text{ م}^2$$

$$= 6,7135 \text{ هكتار}$$

مثال ٩: في المثال السابق اذا كان مقياس رسم الخريطة موجود بالجدول وكان العدد الثابت أمام هذا المقياس = ٤٠ م^٢ فأوجد النسبة بين طولى الذراع فى الحالتين.

الحل:

العدد الثابت على الخريطة = ٢ أ ط نق

حيث أن أ = طول الذراع، ط = النسبة التقريبية،

نق = نصف قطر العجلة

العدد الثابت المناظر فى الطبيعة

= العدد الثابت على الخريطة × مربع مقلوب مقياس الرسم.

وحيث أن الجهاز المستعمل لم يتغير فيكون نصف قطر العجلة متساوى فى الحالتين ونجد.

فى الحالة الأولى:

$$\text{العدد الثابت} = 40 \text{ م}^2 = 2 \text{ أ ط نق} \times 2000$$

فى الحالة الثانية:

$$\text{العدد الثابت} = 40 \text{ م}^2 = 2 \text{ أ ط نق} \times 2500$$

$$\therefore 2500 \times 2 \text{ أ} = 2000 \times 2 \text{ أ}$$

$$\therefore \frac{2500}{2000} = \frac{2 \text{ أ}}{2 \text{ أ}} = 1,25 = 1,25$$

أى أن طول الذراع لو أستعملنا مقياس الرسم ١ : ٢٠٠٠ يساوى طول الذراع لو أستعملنا مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠ مضروباً فى ١,٥٦٢٥ وذلك لو أردنا الاحتفاظ بنفس العدد الثابت وهو ٤٠ م^٢ لوحدة الورنية.

مثال ١٠: أستعمل بلانيمتر فى إيجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ وكن مقياس الرسم هذا لم يكن بالجدول فوجدت المساحة على أساس مقياس ١ : ٢٠٠٠ الموجود بالجدول فكانت ٤٠ فدان فما هى المساحة الحقيقي؟

$$\text{الحل:} \quad \frac{(\text{المساحة الحقيقية})}{(\text{المساحة الناتجة})} = \frac{(\text{مقياس الرسم المفروض})^2}{(\text{مقياس الرسم الحقيقى})^2}$$

$$\begin{aligned} \text{المساحة الحقيقية} &= \text{المساحة الناتجة} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}} \right)^2 \\ &= \frac{40 \times \left(\frac{1}{2000} \right)^2}{\left(\frac{1}{2500} \right)^2} = 62,50 \text{ فدان} \end{aligned}$$

مثال ١١: استخدم البلانيمتر فى إيجاد مساحة قطعة أرض على خريطة مرسومة بمقياس رسم ١ : ٦٠٠ وضبط طول ذراع الراسم المقابل لأقرب مقياس رسم فى جدول البلانيمتر وهو ١ : ٥٠٠ وكان ثابت الجهاز ٢ متر مربع على الطبيعة وكانت القراءة الأولى ٤٦٧٥، والقراءة الرابعة ٩٦٣٢ - فما هى المساحة على الطبيعة بالمتر المربع.

$$\text{الحل:} \quad \frac{\text{القراءة الأخيرة} - \text{القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات}} = \text{عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل}$$

$$= \frac{9632 - 4675}{3} = 1564 \text{ وحدة}$$

$$\text{المساحة المقاسة} = 1564 \times 2 = 3128 \text{ متر}^2$$

$$\frac{\text{المساحة المقاسة (مربع مقياس الرسم المستعمل)}}{\text{مربع مقياس الرسم الحقيقي}} = \text{المساحة الحقيقية}$$

$$= \frac{3128 \left(\frac{1}{500}\right)^2}{\left(\frac{1}{600}\right)^2}$$

$$= 3128 \left(\frac{6}{5}\right)^2 = 4504,32 \text{ متر}^2$$

مثال ١٢: لايجاد المساحة الفعلية لقطعة الأرض تحسب أولا المساحة المقاسة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ تم تحسب المساحة المناظرة لمقياس الرسم ١ : ١٢٠٠ القراءة الأولى قبل البدء في العمل = ٣٩٢. القراءة السادسة أى بعد المرور ٥ مرات على حدود الشكل = ١٨٩٢

الحل:

عدد وحدات الورنية المناظر للشكل

$$= \frac{\text{القراءة الأخيرة - القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{392 - 1892}{5} = \frac{1500}{5} = 300 \text{ وحدة ورنية}$$

المساحة المناظرة على الطبيعة

= عدد وحدات الورنية المناظرة الشكل × ثابت الجهاز على الطبيعة.

المساحة المناظرة على الطبيعة

$$= 300 \times 8 = 2400 \text{ متر مربع}$$

هذه المساحة صحيحة لو كانت الخريطة بمقياس الرسم ١ : ١٠٠٠

$$\frac{\text{المساحة الناتجة (مربع مقياس الرسم المستعمل)}}{\text{(مربع مقياس الرسم الفعلى)}} = \text{المساحة الحقيقية}$$

$$= 2400 = \left(\frac{1200}{1000}\right)^2 \times 3456 \text{ م}^2$$

مثال ١٣: قطعة أرض مرسومة بمقياس ١ : ٢٥٠٠. أستخدم البلاينيتر لإيجاد مساحتها فضبط طول الذراع المقابل لهذا المقياس وكان ثابت الجهاز على الطبيعة ٥٠ متر مربع وكانت القراءة الأولى (٣٢٦٢) وبعد المرور على حدود الشكل الخارجية خمس مرات لوحظ أن عجلة الجهاز قد دارت دورة كاملة وكانت القراءة الأخيرة (١٢٦٢). أحسب المساحة بالمتر المربع.

الحل:

حيث أن بعد المرور على حدود الشكل خمس مرات لوحظ أن عجلة الجهاز قد دارت دورة كاملة ثم كنت القراءة ١٢٦٢ وحدة ورنية. ومن المعروف أن الدورة الكاملة لعجلة الجهاز تساوي ١٠٠٠٠ وحدة ورنية فتكون القراءة الأخيرة كاملة = ١١٢٦٢ وحدة ورنية
عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل

$$\begin{aligned} & \frac{\text{القراءة الأخيرة} - \text{القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات على حدود الشكل}} = \\ & \frac{3262 - 11262}{5} = \\ & = 1600 \text{ ورنية} \end{aligned}$$

المساحة المناظرة على الطبيعة

$$\begin{aligned} & = \text{عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل} \times \text{ثابت الجهاز على الطبيعة} \\ & = 1600 \times 50 = 80000 \text{ متر مربع} \end{aligned}$$

٦-٢ - تقسيم الأراضي

حساب المساحات لا يكفي في معظم الأحوال بل يطلب من المهندس تقسيم هذه المساحات لتحقيق شروط معينة كما هو الحال مثلاً في تقسيم الأرض بين الورثة أو توزيع أراضي الإصلاح أو المنازعات القضائية أو نزع الملكية وهكذا. والتقسيم لا يدخل مساحة الأرض فقط في الاعتبار بل يجب حساب قيمتها أيضاً في التقسيم. كما يجب مراعاة انتفاع كل قطع التقسيم بالمنافع العامة مثل الطرق أو الترعة أو المصارف. ولا يمكن طبعاً إعطاء قاعدة للتقسيم لإختلاف أشكال ومساحات القطع وما لها من مرافق. وعموماً يجب مراعاة النقاط الآتية:

- ١- إذا اشتملت الأرض على ترعة أو مصرف فتنقسم الأرض بحيث ينتفع بهما الشركاء جميعاً.
- ٢- إذا كانت الأرض واقعة على طريق فيجب أن يعطى لكل قسم نصيبه في المرور في الطريق مناسباً لمساحته.

توجد طريقتين لتقسيم المساحات وهما:

١- الطريقة الحسابية:

وفي هذه الطريقة تقاس الأبعاد الطبيعية اللازمة لإيجاد مسطح المنطقة المراد تقسيمها ثم يقسم المسطح إلى أجزاء مناسبة لمقادير أنصبة المتقاسمين ثم تعين الإتجاهات المحددة لأنصبتهم على الأرض بواسطة علامات التحديد ثم يعمل كشف تفصيلي ببيان الحدود ومساحة كل قسم.

٢- الطريقة التخطيطية:

ترفع أولاً القطعة المراد تقسيمها ثم تقسم بالطرق الهندسية إلى أجزاء مناسبة لمقادير أنصبة المتقاسمين. ثم تعين الاتجاه المحدد للأنصبة على الأرض مطابقة للخريطة بنسبة مقياس الرسم وتوضع في الحدود علامات ثابتة.

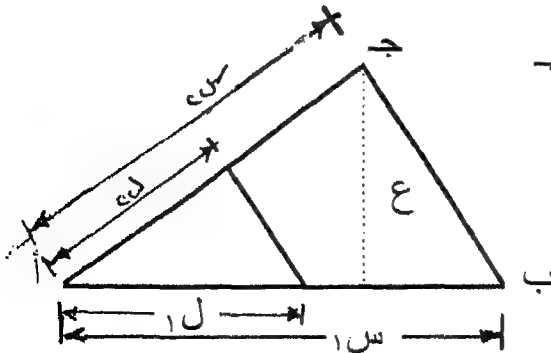
وحيث أن لا يمكن حصر حالات تقسيم الأراضي إذ أن كل حالة منها مسألة خاصة. لذا سنكتفي هنا بتوضيح بعض الأمثلة التي تعطى فكرة كيف يمكنه التصرف في مثل هذه الأحوال، وعليه وحده أن يختار الطريقة السليمة.

١- تقسيم قطعة الأرض المثلثة الشكل:

مثال ١:

قطعة أرض محصورة بين طريقين زراعيين يتقابلان في نقطة.
المطلوب تحديد قطعة منها مساحتها م، بواسطة خط يوازي اتجاه ميل
الأرض (ج ب).

الحل: نوقع الاتجاه المطلوب ج ب ونمد الخطان أ ب ، أ ج. نقيس طول
قاعدة المثلث الكبير (أ ب) ولتكن = س وأرتفاعه ويساوى ع ومساحته = م.



$$\frac{\frac{1}{2} \text{ل}^2}{\frac{1}{2} \text{س}^2} = \frac{\frac{1}{2} \text{ل}^2}{\frac{1}{2} \text{س}^2} = \frac{\text{م}}{\text{م}}$$

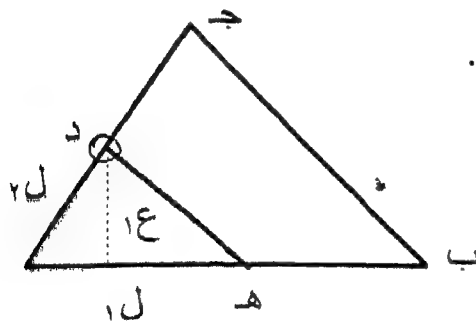
$$\frac{\text{س}^2 \text{ع}}{2} = \text{م}$$

$$\frac{1 \text{م}^2}{\text{س}^2 \text{ع}} \sqrt{1 \text{س}} = \frac{1 \text{م}}{\text{م}} \sqrt{1 \text{س}} = 1 \text{ل}$$

$$\frac{1 \text{م}^2}{\text{س}^2 \text{ع}} \sqrt{2 \text{س}} = \frac{1 \text{م}}{\text{م}} \sqrt{2 \text{س}} = 2 \text{ل}$$

من نقطة أ نقيس المسافتين ل ، ل ، فنحصل على خط التقسيم
المطلوب.

مثال ٢: قطعة أرض على شكل مثلث أ ب ج. يوجد في نقطة د على الضلع
أ ج بئر مياه، يراد تقسيم الأرض الى جزئين مساحة أحدهما أ ه د = م.



على أن تستفيد كلتا القطعتين من بئر المياه.

الحل:

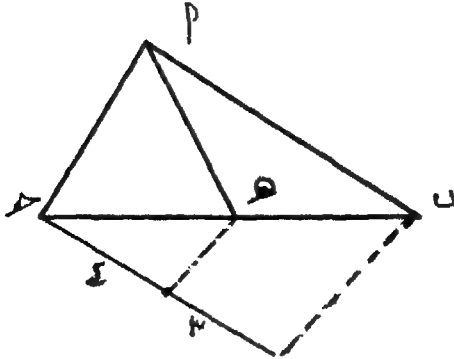
∴ يجب أن يمر خط التقسيم بنقطة د

نسقط من د عمودا على أ ب ونقيس طوله وليكن ع، فيكون طول ل، كالاتى مباشرة: $ل = \frac{م}{١٤}$

وهناك حل آخر فى المثلث أ د ه باعتبار أ د قاعدة يمكن قياس طولها وليكن ل. طول إرتفاع المثلث ع ٢ يحسب كالاتى: $ع = \frac{م}{٢ل}$

ثم نقيم عمود على أ ج من أى نقطة فيه عمودا طول يساوى ع. على هذه المسافة نوقع خطا يوازي الخط أ ج ليقطع أ ب فى نقطة هـ فنحصل على خط التقسيم.

مثال ٣: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب ج توجد عند الرأس أ مضخة رى والمطلوب تقسيم قطعة الأرض بنسبة ٣ : ٤ بحيث يستفاد من مضخة الرى كلا القطعتين.

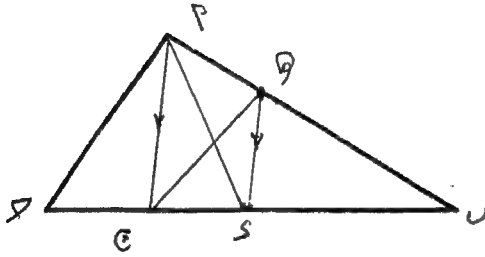


الحل:

نقسم الضلع ب ج بنسبة ٣ : ٤ وذلك بعمل خط عمل مساعد من نقطة ج كما هو موضح بالشكل حيث نقطة هـ هى نقطة التقسيم والخط أ هـ هو خط التقسيم المطلوب.

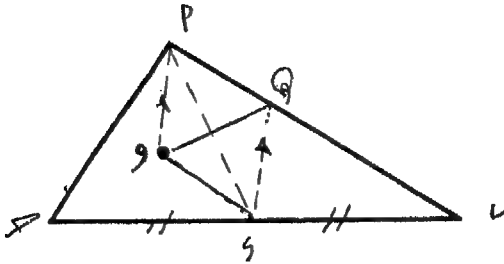
مثال ٤: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب ج المطلوب تقسيمها قسمين متساويين بحيث يمكن ريهما من فم ترعة تقع على الخط أ ب فى نقطة هـ كما هو موضح بالشكل.

الحل:



ننصف ب ج في نقطة د ونصل أ د ، ه د ومن نقطة أ نرسم خطاً مستقيماً أن يوازي ه د ثم نصل ه ن فيكون هو خط التقسيم المطلوب.

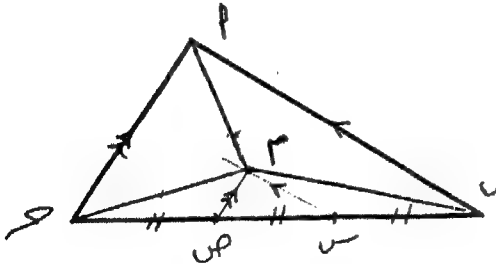
مثال ٥: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب ج يقع داخلها بئر مياه جوفية عند نقطة و كما بالشكل والمطلوب تقسيمها إلى قسمين متساويين بحيث تستفيد كل حيازة من هذا البئر.



الحل:

ينصف الضلع ب ج في نقطة د ثم نصل نقطة و برأس المثلث أ ونرسم من د مستقيماً ه د يوازي أ و ويقطع أ ب في ه نصل ه و ، ود فيكونا هما حدى التقسيم المطلوب.

مثال ٦: قطعة أرض مثلثة أ ب ج يقع كل ضلع فيها على طريق عمومي يراد تقسيمها إلى ثلاث أقسام متساوية بحيث تطل كل قطعة على إحدى الطرق.

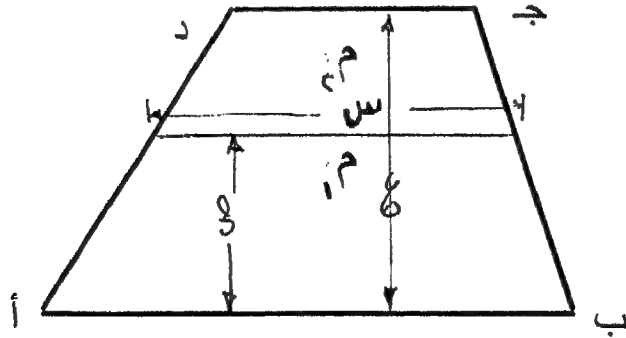


الحل:

يقسم الضلع ب ج إلى ثلاث أقسام متساوية بتوقيع النقطتين س ، ص
ثم نرسم من س مستقيم يوازي ب أ ومن ص نرسم مستقيم يوازي ج أ
فيتقابلان في نقطة م نصل م أ ، م ب ، م ج فيكونان المثلثات أ ب م ،
ب ج م ، ج أ م المتساويين في المساحة.

٢- تقسيم شبه المنحرف:

مثال ٧: أ ب ج د قطعة أرض على شكل شبه منحرف. فيها إتجاه الصرف
أ ب. المطلوب تقسيمها إلى قسمين مساحتهما ١ م ، ٢ م .



الحل: لتصرف كل من القطعتين بالراحة وبدون التأثير على القطعة الثانية
يجب أن يكون خط التقسيم موازياً للخط أ ب.

في كثير من الأحوال المماثلة يمكن الحل بطريقة المحاولة. أي
باختيار وضع تقريبي لخط التقسيم، ثم حساب المساحتين وتعديل الخط إن
لزم الأمر. كما يمكن حل المسألة رياضياً كالتالي:

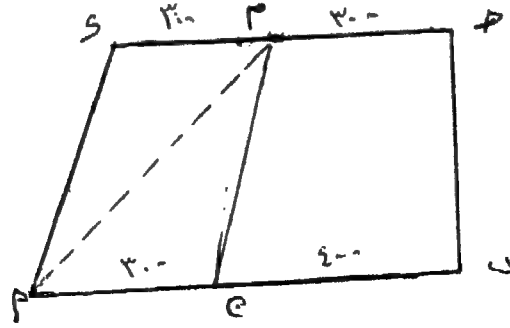
لتحديد خط التقسيم يلزمنا معرفة طوله وليكن س وبعده عن الخط أ ب
وليكن ص فالمساحة.

$$ص \cdot \frac{أ ب + س}{٢} = ١ م$$

$$٢ م = \frac{ج د + س}{٢} (ع - ص)$$

أ ب ، ج د طولهما معروف وإرتفاع شبه المنحرف يمكن قياسه. فيمكن حل المعادلتين للحصول على المجهولين س ، ص.

مثال ٨: قطعة أرض على هيئة شبه منحرف أ ب ج د فيه ب ج عمودي على ب أ ، أ ب = ٨٠٠ متر ، ب ج = ٤٠٠ متر ، ج د = ٦٠٠ متر يراد تقسيمها إلى قطعتان بحيث تكون إحداهما ١٣ هكتار وتحتوى على الوجهتان د أ ، م د حيث م منتصف الضلع ج د.



الحل:

$$\text{المساحة الكلية} = \frac{800 + 600}{2} \times 400 = 280000 \text{ م}^2 = 28 \text{ هكتار}$$

نفرض نقطة ن على أ ب بحيث تكون المساحة م د أن = ١٣ هكتار
مساحة المثلث م د أ = $\frac{1}{2} (400 \times 300) = 60000 \text{ م}^2 = 6 \text{ هكتار}$

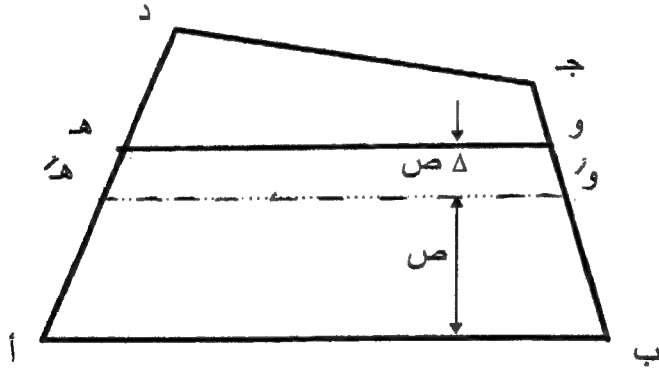
$$\text{مساحة المثلث م ن أ} = \frac{1}{2} (ن أ \times 400) = 70000 \text{ م}^2$$

$$\therefore ن أ = 350 \text{ م}$$

٣- تقسيم أى شكل منتظم:

مثال ٩:

أ ب ج د قطعة أرض رباعية. المطلوب تقسيمها بنفس الشروط السابقة.



الحل: أفضل حل هنا هو طريقة المحاولة كالاتي:
على الرسم يمكننا تحديد وضع خط التقسيم التقريبي هـ و على مسافة ص من
أب أو حسابياً تقريباً $\frac{م}{س} = \frac{ص}{ص + \Delta ص}$ على اعتبار أن أب و هـ عبارة عن
مستطيل تقريباً. نوقع الخط و هـ على مسافة ص ثم نقيس طوله وليكن س.

$$\frac{م}{س} = \frac{أب + ص}{ص} = \frac{ص}{ص + \Delta ص}$$

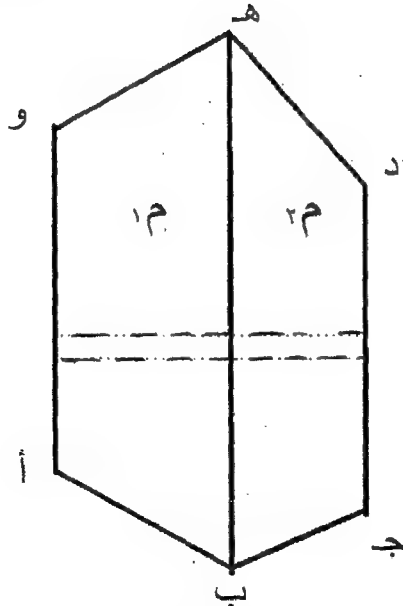
في هذه الحالة يجب إزاحة الخط و هـ بمسافة $\Delta ص$

$$\frac{م - م'}{س} = \Delta ص$$

نوقع الخط الجديد و هـ ومن الجائز أن نحتاج لتكرار العملية.

مثال ١٠:

أ ب ج د هـ قطعة أرض بناء. أ و واجهة واقعة على الشارع. يراد
تقسيم الأرض الى جزئين متساويين علماً بأن سعر المتر في القطعة أ ب هـ و
= جـ ١ وسعر المتر في القطعة ب ج د هـ = جـ ٢.



الحل: في هذه الحالة لا تقسم المساحة بل نقسم القيمة على أساس أن كلتا القطعتين بعد التقسيم يتمتعان بواجهة على الشارع.

∴ خط التقسيم يجب أن يكون عمودياً على الاتجاه أ و. هنا أيضاً تصلح

طريقة المحاولة. قيمة القطعة أ ب ج د = م ١ ج د = م ١ ق ١

قيمة القطعة ب ج د هـ = قيمة القطعة أ ب هـ = م ٢ ج د = م ٢ ق ٢

و قيمة الأرض = م ١ ق ١ + م ٢ ق ٢

$$\text{قيمة القطعة الواحدة بعد التقسيم} = \frac{\text{م ١ ق ١} + \text{م ٢ ق ٢}}{٢}$$

ثم يستمر العمل كالمثال السابق تماماً. مع إحلال القيمة محل المساحة.

تمارين على الباب السادس

١- قطعة أرض مثلثية الشكل أطوال أضلاعها ٤٦,٥٣ ، ٦٣,١٢ ، ٣٥,٨١ عين مساحتها.

٢- أوجد مساحة الشكل الذي إحداثيات رؤوسه

(5, 3), (1, 3), (3, 6), (7, 6), (5, 0), (5, 3)

٣- أوجد مساحة الشكل الذي إحداثيات رؤوسه

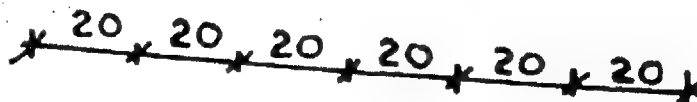
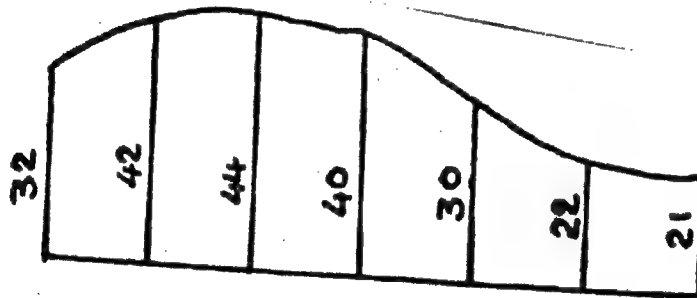
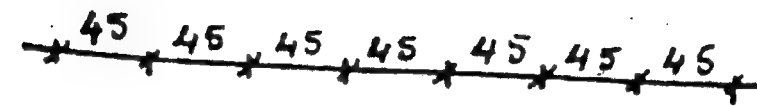
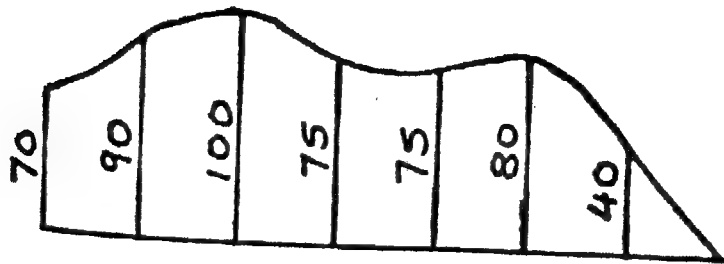
(-4, 0), (0, 5), (4, 3), (2, 0), (0, -2)

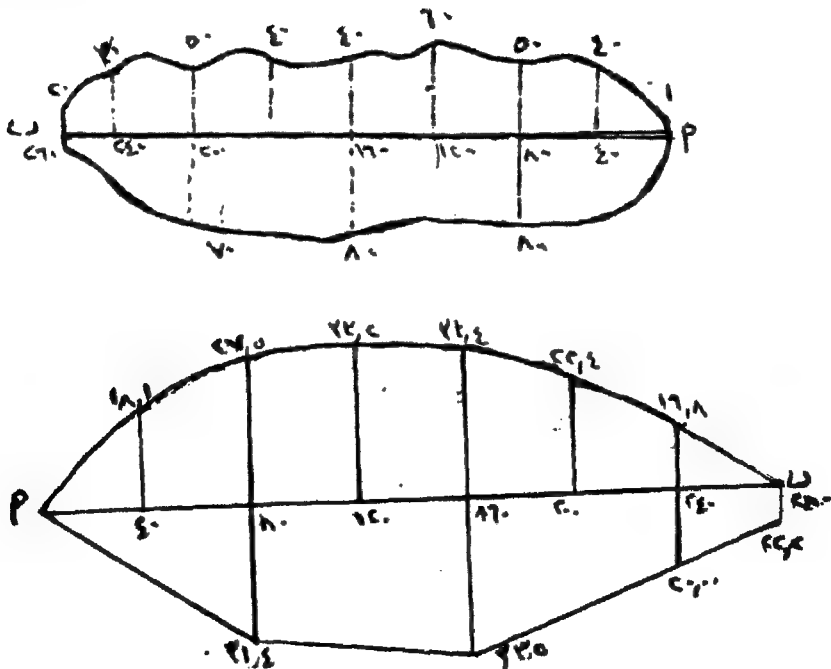
٤- مضلع إحداثيات رؤوسه هي:

النقطة	١	٢	٣	٤	٥	٦
س	صفر	٢١,٦١	١٢,٣٤	١٦,١٣	٢٦,٦٨	١١,٠٧
ص	صفر	٢٥,٣٢	٥٤,٣٢	٨٢,٨٤	٤٩,٦٢	١٠,٤٨

عين المساحة المحصورة داخل المضلع بثلاث طرق.

٥- احسب المساحات الموضح بالشكل بالطرق المختلفة.





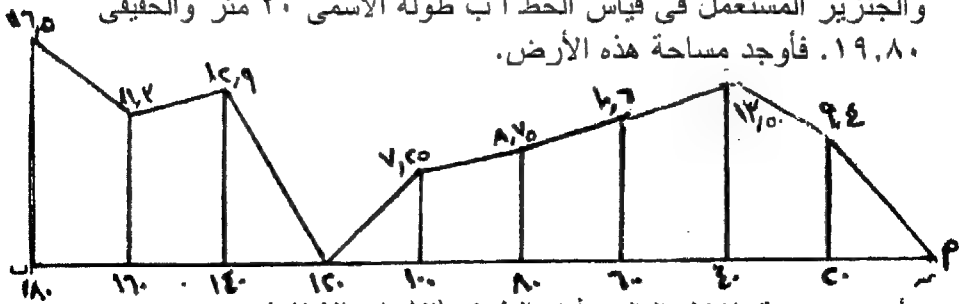
٦- قطعة أرض لها ثلاثة حدود مستقيمة أ ب، ب ج، ج د أما الحد الرابع فهو متعرج، أ ب = ٤٢٢ متراً، ج د = ٤٥٦ متراً، أ د = ٧٩٨ متراً، أ ج = ٨٤٢ متراً والاحداثيات العمودية على أ د إلى الخارج للحد المتعرج هي صفر ١٢، ٤، ١٩، صفر عند المسافات صفر، ١٥٠، ٣٣٠، ٤٣٤، ٧٩٨ متراً من النقطة أ، أحسب مساحة هذه القطعة.

٧- قطعة أرض لأحد الملاك تحدّها ترعة على شكل خط مستقيم بطول ٤٠٠ متر من ناحية ومن الناحية المقابلة يحدّها خطوط مستقيمة منكسرة قسمت طول الترعة إلى ١٠ أقسام متساوية وأقيمت عليها أعمدة عند نقاط التقسيم حيث كان أطوالها: ٢٥ - ٢٨ - ٣٢ - ٢٤ - ١٩ - ٢٢ - ٣١ - ٣٣ - ٢٨ - ٢٣ - ١٨ متر. احسب مساحة الأرض بالأمتار.

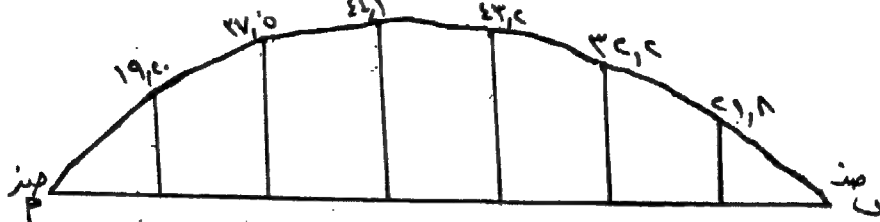
٨- قطعة أرض ينطبق حدها أ ج ، ب ج على ضلعي المثلث أ ب ج والحد الثالث منحنى هذه القطعة مرسومة على خريطة بمقياس رسم ١ : ٥٠٠ وأبعادها على الخريطة كما في الشكل. فإذا علم أن الجنزير الذي استعمل في قياس أطوال المضلع ناقصاً عقله مع استعمال الشريط في تحشية الحد المنحني فقط فاحسب مساحتها بالطبيعة إلى أقرب متر مربع صحيح مستعملاً قانون سمبسون للحد المنحني.

٩- أوجد مساحة الشكل مستعملا الطريقة المناسبة مع السبب. أجزاء أ ب متساوية من الجهتين.
أ ب = ١٦٠ متر.

١٠- رفعت قطعة أرض بالنسبة لخط الجنزير (أ ب) وكانت حدود الأرض في دفتر الغيط كما هو مبين بالشكل التالي. وإذا كان الشريط المستعمل في تحشية هذا الخط كان طوله الأسمى ٢٠ متر والحقيقي ٢٠,١٠ متر. والجنزير المستعمل في قياس الخط أ ب طوله الأسمى ٢٠ متر والحقيقي ١٩,٨٠. فأوجد مساحة هذه الأرض.



١١- أوجد مساحة الشكل التالي بأدق الطرق (الأبعاد بالامتار).



١٢- قطعة أرض لها ثلاث حدود مستقيمة أ ب، ب ج، ج د، أما الحد الرابع فهو متعرج أ ب = ٤٢٢ متر، ب ج = ٦٤٠ متر، ج د = ٤٥٦ متر، أ د = ٧٩٨ متر، أ ج = ٨٤٢ متر والاحداثيات العمودية على أ د إلى الخارج للحد المتعرج هي صفر، ١٢، ٤، ١٩، صفر عند المسافات صفر، ١٥، ٣٣، ٤٣٤، ٧٩٨ مترا من النقطة أ. احسب مساحة هذه القطعة بالفدان.

١٣- قطعة أرض محدودة على خريطة زراعية أريد قياس مساحتها بواسطة البلاينيتر وجد في الجدول المرفق للجهاز لمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ أن العدد الثابت = ٤٠ متر^٢ لوحدة الورانية وبعد ضبط طول الذراع المعطى بدأت القياس وكانت قراءة البلاينيتر الأولى ٥٦٧، دورة وبعد

المساحة المستوية

المرور على حدود الشكل خمسة مرات كانت القراءة الأخيرة ٥,٠٣٢ دورة - فما هي المساحة الفعلية للأرض.

١٤- قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ١٣٠٠ أريد قياس مساحتها باستعمال البلاينيتر في الجدول المرفق لمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ كان العدد الثابت للجهاز = ١٠ م^٢ لوحدة ورنية وكان طول الذراع المعطى هو ٣٢٧,٢ مم وبعد ضبط هذا الطول بدأت القياس وكانت قراءة الجهاز الأولى هي: ٤٣٢, دورة وبعد المرور على حدود الشكل ٤ مرات كانت القراءة النهائية ٣,٣٤٥ دورة فما هي المساحة الفعلية لهذه الأرض بالفدان.

١٥- بعد قياس قطعة الأرض في المسألة السابقة أردت اختبار هذا الجهاز وذلك على الخريطة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ وذلك بتمرير البلاينيتر على حدود الشكل خمسة مرات. فإذا أكانت القراءة الأولى ٢٣٤, والقراءة الأخيرة ١,٩٩٠ دورة - احسب طول الذراع المصحح. ثم أوجد مساحة قطعة الأرض في السؤال السابق (الحقيقية).

١٦- أستعملت بلاينيتر عدده الثابت ك = ١٠ م^٢ لوحدة الورنية لمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ وكان طول الذراع المعطى أ = ٣٢٧,٢ مم. بعد ضبط هذا الطول أردت اختبار هذا الجهاز فقسست مساحة مثلث طول قاعدته ٥ سم وأرتفاعه ٨ سم على خريطة مقياس رسمها ١ : ١٠٠٠ وذلك بتمرير البلاينيتر على حدود المثلث خمسة مرات فكانت القراءات كالاتي: ٠,٤٤٥ ، ٠,٦٣٤ ، ٠,٨٠٤ ، ١,٠٣٧ ، ١,٢٣٣ ، ١,٤٢٩. أحسب الطول المصحح للذراع. وإذا فرض أنك لم تصحح هذا الطول وقسمت مساحة شكل مقياس رسمه ١ : ١٢٥٠ فكان متوسط فرق القراءات ١٣٤٥ وحدة ما هي المساحة الحقيقية للأرض.

١٧- قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ٣٠٠٠ وكان العدد الثابت = ١ هكتار لمقياس ١ : ٢٥٠٠ وبعد مرور البلاينيتر على حدود الشكل كانت القراءة الأولى صفر والخيرة ٦,٤٦٨٠ دورة. ما هي المساحة الحقيقية للأرض بالفدادين.

١٨- أريد قياس مساحة قطعة أرض مبنية على خريطة زراعية ١ : ٢٥٠٠ باستخدام جهاز البلاينيتر وجد في الجدول المرفق لمقياس الرسم ١ : ١٠٠٠ أن العدد الثابت = ٣٠ متراً مربعاً لكل وحدة ورنية. فإذا كانت قراءة الجهاز الأولى ١,٨١٢ وبعد المرور على حدود الشكل ٥ مرات

كانت القراءة الأخيرة للجهاز هي ٤,٨٧ - ما هي المساحة الفعلية للأرض بالفدان أو كسره.

١٩- قيست مساحة شكل مرسوم بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ باستخدام البلاينيتر وكان العدد الثابت لوحدة الورنية ٥ مم^٢، وكانت القراءة الابتدائية ٨٣٤ وبعد المرور على محيط الشكل أربع مرات أصبحت القراءة ٦٤٨٧ - ما هي مساحة الشكل.

٢٠- قمت بقياس مساحة شكل غير منتظم بواسطة البلاينيتر مرسوم بمقياس رسم ١ : ١٤٠٠ فكان طول الذراع الراسم ١٤,٧٩٥ سم المقابل لمقياس رسم (١ : ١٥٠٠) وهو أقرب مقياس رسم للمقياس المرسومة به الخريطة.

وقمت بقراءة القراءة الأولى قبيل دوران الراسم فكانت ٥٦٧٤ وكانت القراءة الثانية بعد الدوران ثلاث مرات حول حدود الشكل ٩٩٦٣ - ما هي المساحة الخاصة بهذا الشكل الغير منتظم على الطبيعة إذا كانت وحدة الورنية هي ٤٠ متر مربع.

٢١- مثلث أ ب ج مساحته ٤ هكتار فيه الضلع ب ج = ٢٠٠ متراً والنسبة بين الحدين أ ب إلى أ ج كنسبة ٢ : ٣ أوجد أطوال حدود القطعة وكذلك زواياها.

٢٢- قطعة أرض مثلثية الشكل أ ب ج - أ ب = ١٢٠ متراً ويراد اقتطاع القطعة المثلثة أ د هـ (د على أ ج، هـ على أ ب، حيث أ ب بحيث أ د = ١٥٠ متراً) بحيث تكون مساحتها $\frac{1}{4}$ المساحة الكلية عين نقطة التقسيم هـ عن النقطة ب.

٢٣- نفق مقطعه عبارة عن مستطيل يعلوه قطعة دائرية فإذا كان إرتفاع المستطيل ٥ أمتار وعرضه ١٢ متراً وأقصى إرتفاع للنفق ٧,٢٠ متراً فعين مساحة مقطعه لأقرب متر مربع.

٢٤- الحدان ج أ ، ج ب لقطعة أرض إنحرافهما الدائري هو ٢١٠° ، ٣٣٠° على الترتيب ويراد استقطاع مساحة قدرها ٦٠٠٠ متر مربع بخط موازياً لاتجاه الشمال - أوجد طريقة طول الحد على ب ج وهو يساوى الحد على أ ج.

٢٥- قطعة أرض على هيئة شكل رباعي أ ب ج د فيه أ ب = ١٠٠ ، ب ج = ٦٠ ، ج د = ١٤٠ ، د أ = ١٢٠ والزوايا أ = الزاوية ج. عين مساحتها إلى أقرب متر مربع.

٢٦- أ ب ج قطعة مثلثية قائمة الزاوية فى ب، أ ب = ٤٠٠ م ، ب ج = ٣٠٠ م ويراد تقسيم القطعة إلى قسمين متساويين بحيث يوازى خط التقسيم د ه الحد ج أ وينتهى عند حد التقسيم د ه أوجد كل الأبعاد اللازمة للتقسيم.

٢٧- أ ب ج مثلث فيه ه على أ ب أن أ ه = ٣٠٠ متر، ه ب = ٦٠٠ م فإذا أسقط العمودان ه د، ب ج على الترتيب وكان مجموع العمودان ه د ، ه ت و هو ٥٤٠ والزاوية ج فى المثلث هي ١٢٠° عين مساحة المثلث والشكل الرباعى ج د ه و.

٢٨- قطعة أرض مربعة الشكل أ ب ج د يراد قياسها وتعيين مساحتها فأخذت نقطة ه على ب ج و نقطة و على ج د وقيست الأبعاد أ ه = ٢٠٠ متر، ه و = ١٥٠ متر، أو = ٢٥٠ متر - فما هو طول ضلع المربع.

الباب السابع

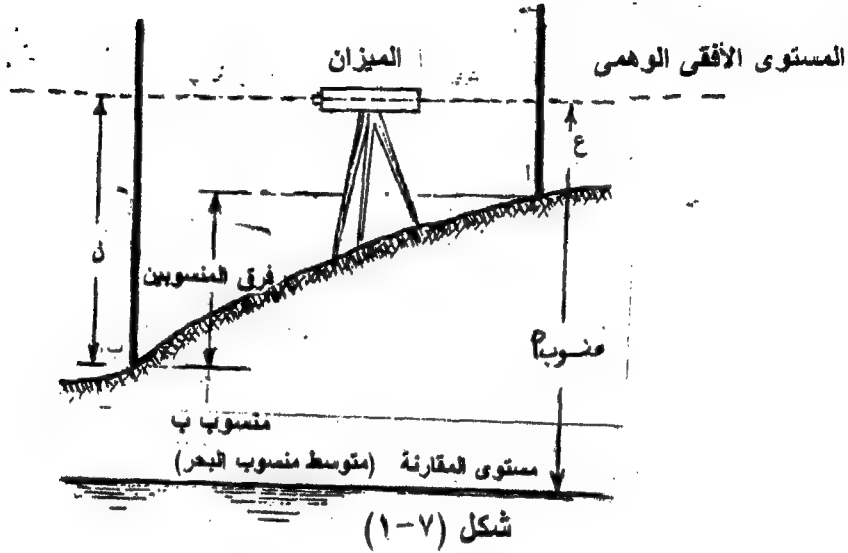
قياس المناسيب

الباب السابع

قياس المناسيب

٧-١- مقدمة

قياس المناسيب أو ما يطلق عليها الميزانية من العمليات المساحية الأساسية لكل المشروعات الهندسية ومعظم المشروعات الزراعية إذ نحتاج إليها في أغراض كثيرة مثل إنشاء الطرق والترع والمصارف وتسوية الأراضي وإنشاء خطوط أنابيب المياه وخلافه. والغرض من الميزانية هو إيجاد الأبعاد الرأسية بين النقط المختلفة عن سطح الأرض، ثم مقارنة ارتفاعات أو إنخفاضات هذه النقط عن مستوى ثابت يسمى بمستوى المقارنة Datum أو مستوى الصفر وهو المستوى المعروف بمستوى متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea Level (M.S.L) ولإيجاد هذا السطح يقاس ارتفاع سطح البحر عدة مرات يوميا لمدة طويلة من الزمن تصل إلى عدة سنوات ثم يؤخذ المتوسط. ويعتبر مستوى سطح المياه في البحر المتوسط داخل ميناء الإسكندرية هو مستوى المقارنة المستخدم في مصر. ويعرف البعد الرأسى بين أى نقطة وبين مستوى المقارنة بمنسوب هذه النقطة ويكون موجبا إذا كانت النقطة فوق مستوى سطح المقارنة وسالبا إذا كانت النقطة تحت مستوى سطح المقارنة كما يوضح شكل (٧-١).



ونظرية الميزانية تعتمد على إستخدام الميزان كمستوى أفقى وهى ثم قياس البعد الرأسى بين هذا المستوى وبين كل من النقطة (أ) والنقطة (ب) فيكون الفرق بين البعدين يساوى الفرق بين منسوبين أ ، ب كما يوضح شكل (١-٧).

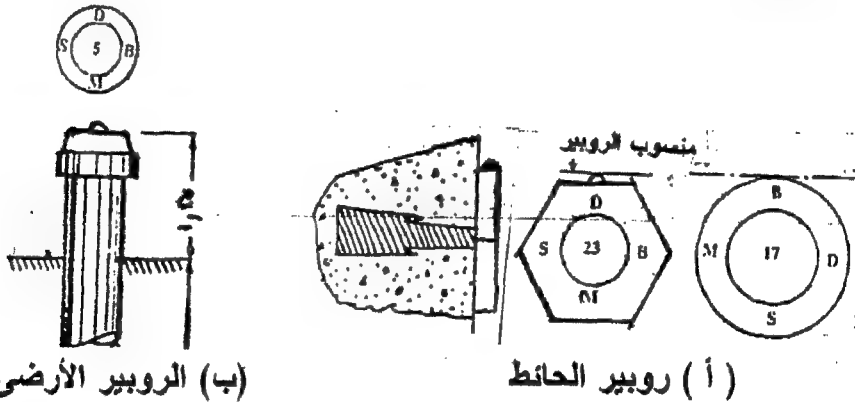
لإيجاد منسوب أى نقطة يجب أن نبدأ بمستوى المقارنة وهو سطح البحر وغالباً ما يتعذر ذلك، وتسهيلاً لذلك فقد قامت مصلحة المساحة بتثبيت نقط فى الطبيعة وعينت مناسيبها ووضعت على كل نقطة علامة تميزها وعرفت أى نقطة من هذه النقط الثابتة بعلامة الميزانية Bench Mark والتي تعرف كذلك بالروبير وهناك نوعين من الروبير:

أ- روبير الحائط:

حيث يثبت فى حوائط المباني فى المدن بشرط التأكد من مضى فترة طويلة عن إنشائها لضمان عدم هبوطها فى التربة. ويختلف شكل الروبير الحائطى حسب دقة الميزانية المستخدمة عند تعيين منسوبه فإما يكون على شكل إسطوانة ويعرف بروبير الدرجة الثانية وفيه تكون الدقة بالسنتيمترات. أو يكون الروبير على شكل مسدس وفي أعلاه نصف كرة ويعرف بروبير الدرجة الأولى وفيه تكون الدقة بالمليمتر (شكل ٧-٢).

ب- روبير الأرض:

وهو عبارة عن ماسورة من الحديد قطرها ٦سم ومثبتة فى الأرض بواسطة بريمة والجزء البارز منها فوق سطح الأرض طوله ٢٥ سم وأعلى نقطة هى المعلوم منسوبها (شكل ٧-٢ب). وجميع هذه الروبيرات معطاه فى كتيبات خاصة تصدرها مصلحة المساحة مبيناً رقمه ومنسوبه وموقعه.



(شكل ٧-٢)

٧-٢- الأجهزة المستعملة فى الميزانية هى:

٧-٢-١- القامة Staff or Rod

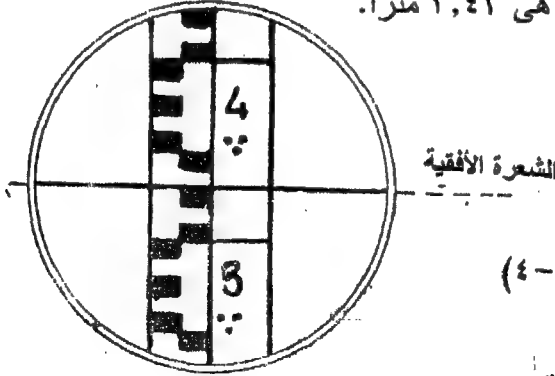
القامة عبارة عن مقياس بطول ٢ إلى ٤ متر مصنوعة من خشب عليه طبقة سميكة من الطلاء لحفظه من العوامل الجوية وهى مدرجة الى سننيمترات وتطلى أقسام التدريج بلونين مختلفين - للتمييز بينهما وتوجد شرطة أو علامة عند كل ديسمتر حيث يكتب الديسمتر ١ ، ٢ ، ٣ وهكذا. ولتوضيح الأمتار توجد طرق مختلفة منها يوضع فى أسفل أو فى أعلى رقم الديسمتر عدد من النقط يساوى عدد الأمتار. وهناك أنواع كثيرة من القامات العادية وكما يوجد نوع من القامات المتداخلة ويطلق عليها القامات التلسكوبية والقامات الخاصة بالميزانيات الدقيقة. ويوضح شكل (٧-٣) أنواع القامات المختلفة.



شكل (٧-٣): القامات

طريقة قراءة القامة:

توضع القامة دائما بحيث يكون صفر التدرج على النقطة المطلوب قياس منسوبها. وفي القامات تكتب أرقام الديسمترات أما أرقام الأمتار فتبين بنقط فالمتري يبين بنقطة والمترين بنقطتين وهكذا، فنجد مثلا في شكل (٧-٤) أن قراءة القامة هي ٣,٤٢ مترا.

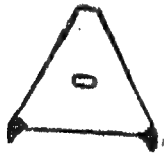


شكل (٧-٤)

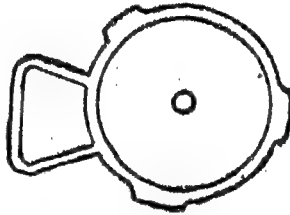
القاعدة الحديدية:

أحيانا ما تجرى عمليات الميزانية في أراضي طينية لينية فنجد أن القامة تغوص في الأرض وتختلف لذلك القراءات المأخوذة على القامة عن القراءات الحقيقية الواجب قراءتها، ولهذا السبب تستعمل قاعدة حديدية مثلثية الشكل أو مستديرة (شكل ٧-٥) وبكل رأس من رؤوسها قائم مدبب عمودى على مستوى القاعدة وبوضع هذه القاعدة تحت القامة نجد أن القامة لا تغوص في الأرض الرخوة ونحصل بذلك على القراءات الحقيقية المطلوبة.

ويثبت في بعض الأحيان في ظهر أو جانب القامة ميزان تسوية دائرى صغير حتى يمكن جعل القامة رأسية تماما أثناء عمل الميزانية. ويطلق على القاعدة الحديدية وميزان التسوية الدائرى الصغير بأتهما من ملحقات القامة.



قاعدة مثلثية



قاعدة مستديرة

شكل (٧-٥):
ملحقات القامة

٧-٢-٢- الميزان

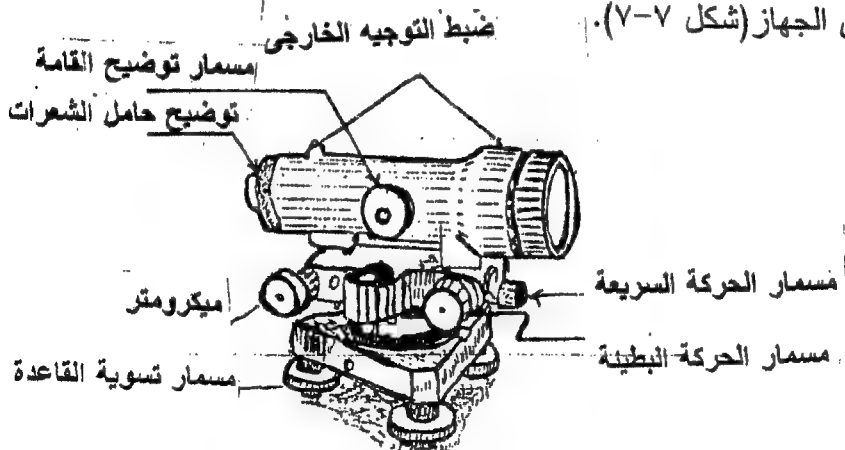
هناك أصناف موازيين مختلفة فى التصميم والشكل والدقة ولكنها كلها تتفق فى نفس الفكرة والغرض ويتكون أى ميزان من منظار وروح التسوية والقاعدة السفلية وحامل الجهاز (شكل ٧-٦).

- **المنظار:** يتركب المنظار من إسطوانة معدنية مثبت فى إحدى طرفيها العدسة الشيئية والطرف الآخر العدسة العينية والغرض من العدسة الشيئية الحصول على صورة مصغرة أما العدسة العينية فالغرض منها تكبير هذه الصور، وداخل إسطوانة المنظار توجد عدسة إضافية وظيفتها تطبيق مستوى الصورة على مستوى حامل الشعيرات بواسطة مسمار ويثبت حامل الشعيرات أمام العدسة العينية داخل المنظار وهو عبارة عن حلقة مركب بها شعيرات متعامدة والغرض منها تحديد محور المنظار وهو على أشكال مختلفة وأبسط أنواعه عبارة عن شعرتين إحداها أفقية وتسمى الشعرة الأفقية الوسطى والآخرى متعامدة عليها وتسمى الشعرة الرأسية، وأحيانا توجد شعرتين أفقيتين قصيرتين أعلى وأسفل الشعرة الوسطى وتعرف بشعيرات الأسديا ويستعملان فى القياس التاكيدى.

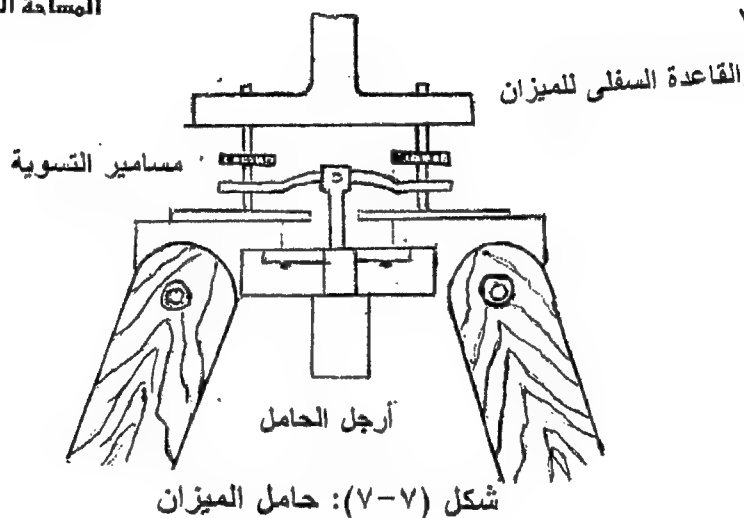
- **القاعدة السفلية:** هى القاعدة المثبت فيها المحور الرأسى للجهاز والتي ترتكز على رأس الحامل بواسطة ثلاث مسامير متحركة يمكن بواسطتها ضبط الأفقية باستخدام روح التسوية الخارجية المثبتة فى القاعدة نفسها أو أعلى المنظار.

- **روح التسوية الخارجية:** إما تكون على صورة ميزان تسوية طولى وهو عبارة عن وعاء إسطوانى سطحه العلوى يمثل سطح برملى الشكل، والوعاء مملوء بالإيثير فيما عدا فقعة صغيرة. أو على صورة ميزان تسوية دائرى أو يحتوى الجهاز على كليهما.

- **حامل الجهاز:** هو عبارة عن ثلاث أرجل متداخلة للتحكم فى إرتفاع أو إنخفاض الجهاز (شكل ٧-٧).



شكل (٧-٦): الميزان

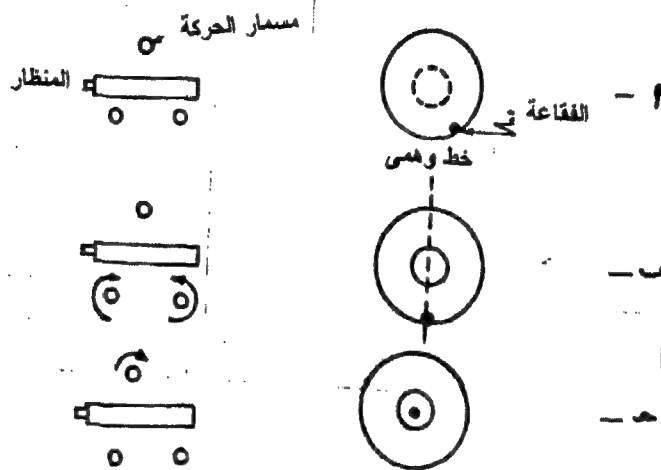
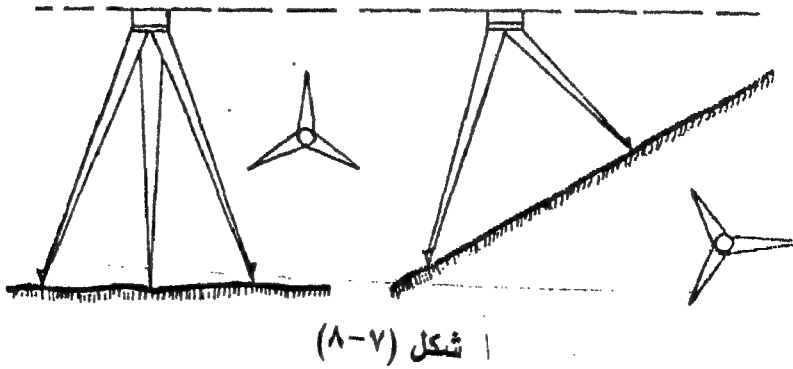


الضبط المؤقت للميزان:

أن وضع الميزان ثابتاً فوق الأرض وضبط أفقية خط النظر وجعل الميزان جاهزاً للرصد يسمى بالضبط المؤقت للميزان. وخطوات الضبط المؤقت تتلخص في الآتي:

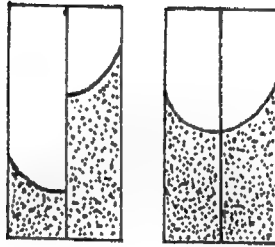
- ١ - يجب وضع حامل الميزان ذو الثلاثة أرجل ثابتاً فوق سطح الأرض. وفي معظم الأجهزة الحديثة يكون الحامل ذو أرجل تلسكوبية تنزلق لتغيير طولها لتلائم ميل الأرض وطول الشخص الذي يستعمل الميزان. وفي الوضع الصحيح يجذب الشخص رجلان نحوه ويفرجها وتكون الرجل الثالثة في الجهة البعيدة عنه. فعلى الأرض المستوية تكون الأرجل متساوية البعد عن بعضها بينما على الأرض المائلة توضع أحد الأرجل على الجهة الأعلى والرجلان الأخريان على الأرض المنخفضة وعلى بعد تساوى من بعضهما كما هو موضح بشكل (٧-٨). ويجب أن تكون قمة الحامل في وضع أفقى لتسهيل عملية ضبط الأفقية فيما بعد. وهذا يتطلب أن تكون رجل الحامل التي على الأرض الأعلى أقصر من الرجلان الأخريان بإستعمال الوصلة التلسكوبية. وعلى الأرض الغير منتظمة الإنحدار يمكن تحقيق ذلك بواسطة تحريك أحد الأرجل في اتجاه قطر الدائرة الواصلة بالأرجل الثلاثة أو في اتجاه محيط الدائرة حتى نحصل على وضع أفقى تقريبي لقمة سطح الحامل. يؤخذ الميزان بعد ذلك من صندوقه ويثبت فوق الحامل بربط مسمار التثبيت.

- ٢- بواسطة مسامير التسوية الثلاثة نضبط روح التسوية الدائري وذلك بتحريك مسمارين في نفس الوقت أما للداخل أو للخارج وذلك لتتحرك الفقاعة في اتجاه الخط الواصل بينهما، ثم نحرك المسمار الثالث بمفرده لتتحرك الفقاعة في الاتجاه العمودي على الأول مع ملاحظة أن الفقاعة تتحرك في اتجاه حركة أصبع الأبهام اليسرى كما هو موضح بشكل (٧-٩). وهذا دون الحاجة لدوران المنظار في أى وضع له.
- ٣- فى الأجهزة المثبت بها المنظار بالمحور الرأسى والموجود بها روح التسوية المستطيلة يجب ضبط الميزان بدقة وذلك فى الخطوات الآتية



شكل (٧-٩): ضبط روح التسوية الخارجية

- حرك الفقاعة الى المنتصف تماماً بواسطة المسمار ٢ والمسمار ٣ معا أما حركة للداخل أو الخارج كما سبق ذكره.
- أدر المنظار ٩٠° وأضبط الفقاعة مستعملا المسمار الثالث. وكرر العملية الى أن تضبط الفقاعة في كلا الوضعين للمنظار.
- أدر المنظار ١٨٠° فلو أستمرت الفقاعة في المنتصف فإن الجهاز يكون مضبوطاً وسوف تستمر الفقاعة في المنتصف لأي وضع للمنظار.
- في حالة عدم ثبات الفقاعة في المنتصف فإن الضبط الدائم للميزان يعتبر غير صحيح ولمعالجة هذا تحرك الفقاعة بواسطة المسمار ٢، ٣ نصف مقدار إنحرافها عن المنتصف الى جهة المنتصف ثم نعيد ذلك نكمل الضبط بواسطة المفصلة المثبتة بجانب محور ميزان التسوية.
- ٤- في حالة الميزان ذو التسوية الداخلية يرى الراصد صورة الفقاعة لميزان التسوية الطولي إما داخل المنظار الرئيسي أو داخل منظار صغير مركب بجوار العدسة وتظهر الفقاعة لميزان التسوية الداخلي منقسمة الى جزئين متشابهين ويتحرك كل جزء عكس الآخر أثناء ضبط أفقية الجهاز بواسطة مسمار خاص يسمى الميكرومتر، وعند ضبط الأفقية يظهر الجزءان منطبقان على هيئة حرف U متكامل كما في شكل (٧-١٠)، ويجب ضبط روح التسوية الداخلي هذا عند كل قراءة للقائمة ولايسمح إطلاقاً بتعديل الأفقية باستعمال مسامير القاعدة أثناء العمل.



شكل (٧-١٠): ضبط التسوية الداخلي

٤- التطبيق: وهو إنطباق الصورة على مستوى حامل الشعرات حتى يصبح حامل الشعرات جزء من الصورة وذلك عن طريق تحريك العدسة العينية للداخل أو الخارج حتى ترى الشعرات واضحة. وجه المنظار الى القامة بالنظر في اتجاه الدليلين بأعلى المنظار (التوجيه) وحرك مسمار التوضيح الصورة حتى ترى القامة بوضوح وثابتة ولا تتحرك تبعا لحركة العين ولا يحدث ذلك إلا إذا كانت صورة القامة منطبقة تماما على حامل الشعرات. وبعد ذلك نقوم باستخدام مسمار الحركة البطيئة للمنظار لكي نوقع الشعرة الرأسية على منتصف القامة. وبعد ذلك لا يبقى إلا قراءة القامة.

كيفية قراءة القامة:

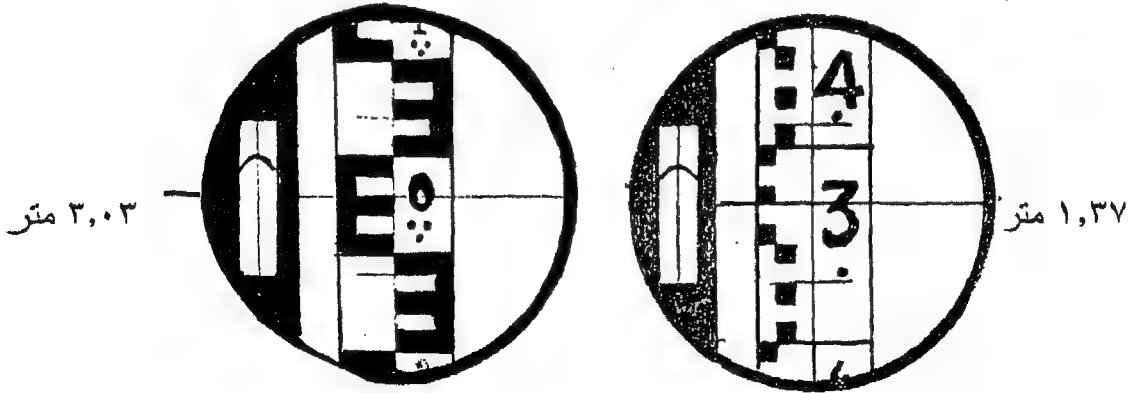
توضع القامة بحيث ينطبق صفر تدريجها على الأرض والتقسيم متجهة الى أعلى كما يراعى أن تكون القامة رأسية تماما أثناء وضعها. وتقرأ القراءة المنطبقة على الشعرة الأفقية الوسطى في المنظار أى عند تقاطع الشعرة الأفقية الوسطى من حامل الشعرات مع تدريج القامة (قراءة الشعرات العليا والسفلى لا تستعمل في المناسيب بل في قياس المسافات الأفقية وتسميان بشعرات الأستاذيا) وقراءة القامة تتكون من ثلاثة أرقام:

- ١- الرقم الصحيح الدال على الأمتار.
- ٢- الرقم العشري الأول الدال على الديسمترات.
- ٣- الرقم العشري الثانى الدال على السنتيمترات.

أمثلة على قراءة القامة:

مثال ١: في شكل (٧-١١) تتطبق الشعرة الوسطى على السنتيمتر السابع في مستطيل الديسمتر الثالث للمتر الأول وبذلك تكون القراءة ١,٣٧ متر. ويلاحظ أن عدد الأمتار مبين بعدد النقاط في هذه الحالة يوجد في المستطيل الذى تقع فيه الشعرة الوسطى رقم ثلاثة مكتوب وتحتة نقط ويدل ذلك على المتر الأول والديسمتر الثالث أما السنتيمترات فنقرأ من بداية حدود الديسمتر الثالث من أسفل فنجدهم سبعة تدريجات أسود يليه أبيض حتى الشعرة الوسطى.

مثال ٢: فى شكل (٧-١١ب) نجد أن كل ديسمتر يتكون من حرفين E كل حرف بخمسة سنتيمترات بحيث أن بداية حدود الديسمتر تبدأ بحرف E الذى على الشمال وبذلك تكون القراءة هى المتر الثالث (ثلاثه فقط) والديسمتر صفر والسنتيمتر الثالث أى ٣,٠٣ متر.



شكل (٧-١١)

توجيه الميزان لقراءة نقطة أخرى عند نفس الوضع:
وفى هذه الحالة لا تحتاج الى ضبط الأفقية ولكن نوجه المنظار الى القامة بواسطة الدليلين بأعلى المنظار بعد فك مسمار الحركة السريعة للمنظار ثم نربطه بعد التوجيه وننظر داخل المنظار ونوضح صورة القامة ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة ليقطع حامل الشعرات الرأسى منتصف القامة. أضبط روح التسوية الداخلية بتحريك الميكرومتر لينطبق نصفى الفقاعة ويكون حرف U وأقرأ القامة عند الشعرات الوسطى ودون القراءة فى نوتة الغيط ثم أقرأ مرة ثانية للتأكد.

نقل الميزان لوضع جديد:

ليس ضرورى أن نقوم بفك الجهاز من حامله لكى تنقله الى وضع آخر بل يمكن حمل الجهاز بيديك وأرجله منطبقة وهو فى وضع قريب من الرأس بحيث يستريح على كتفك الى أن تبلغ الموقع الجديد للميزان ونقوم بتكرار الخطوات السابقة للضبط المؤقت للميزان.

٧-٣- أنواع الميزانية:

الأنواع الرئيسية للميزانية هي الميزانية المثلثية Trigonometric Leveling، والميزانية البارومترية Barometric Leveling، والميزانية الشبكية Checkerboard Leveling، والميزانية الطولية (الفرقية) Differential Leveling، والميزانية العرضية التى تقام عادة لإعداد القطاع العرضى فى المشاريع الطولية مثل مشاريع الطرق حفر الترعى ومشاريع مد الأنابيب.

فى الميزانية المثلثية يتم قياس مسافات وزوايا ثم تطبق نظريات حساب المثلثات لإيجاد الارتفاعات. وفى الميزانية البارومترية يتم إستعمال جهاز البارومتر لحساب الارتفاع عن سطح البحر، وهو جهاز قياس الضغط الجوى حيث أن هناك علاقة بين الضغط الجوى والارتفاع عن سطح البحر. وفى الميزانية الشبكية تقسم المنطقة إلى مربعات فينظر إليها وكأنها شبكة مكونة من خطوط أفقية وعمودية متقاطعة، ويوجد منسوب كل نقطة من نقطة التقاطع. أما فى الميزانية الطولية، وهى الأدق والأهم والأكثر شيوعاً فإن المناسيب توجد بطريقة تسلسلية أى أننا نوجد منسوب نقطة بمعرفة منسوب نقطة أخرى.

٧-٣-١- الميزانية الطولية:

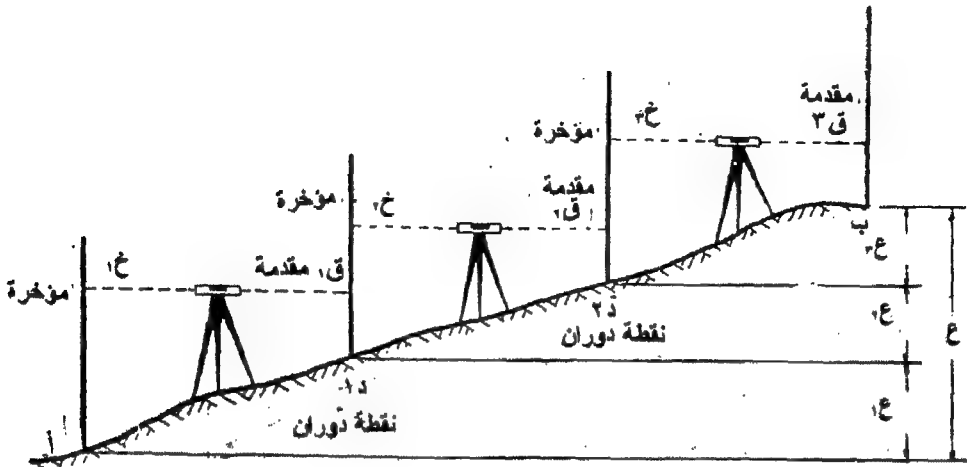
تجرى هذه الميزانية فى إتجاه طولى لمشاريع الطرق والترعى والمصارف والجسور والمشاريع والطرق الزراعية والشوارع وغيرها.. بغرض تعيين مناسيب نقط محاورها المختلفة ويعرف الشكل الذى يبين مناسيب هذه النقط بالقطاع الطولى وأحياناً تجرى هذه الميزانية لتعيين منسوب نقطة معينة فقط وتسمى هذه العملية حينئذا بعملية سلسلة ميزانية والغرض منها هو تعيين مناسيب نقط ثابتة وليس لعمل قطاع طولى. وقبل شرح كيفية عمل الميزانية الطولية فهناك بعض الاصطلاحات الخاصة بالميزانية يجب إيضاها:

- المؤخرة (خ): هى القراءة التى تؤخذ بعد ضبط الميزان مؤقتاً (أول قراءة فى الوضع الواحد للميزان).
- المقدمة (ق): هى آخر قراءة تؤخذ لوضع الميزان وينقل بعدها مباشرة.
- المتوسطة (م): هى القراءات التى تؤخذ بين المؤخرة والمقدمة.

نقطة الدوران : هي النقطة التي تؤخذ عندها قراءتين أحدهما مقدمة والأخرى مؤخرة أى أنه عند نقطة الدوران ينقل الميزان ويدور حول القامة بينما تظل القامة ثابتة فى مكانها.

طريقة عمل الميزانية الطولية:

- ١- يبحث عن نقطة قريبة من منطقة العمل ويكون منسوبها معلوم "روبير" حتى يمكن بدء العمل منها ونضع القامة على النقطة المعلوم منسوبها "روبير" بحيث تكون رأسية تماما وصفر التدريج من أسفل ويقع على هذه النقطة ولتكن نقطة (أ) ، (شكل ٧-١٢).
- ٢- يوضع الميزان فى منتصف المسافة تقريباً بين القامة الأولى والتالية لها بحيث تكون المسافة بين الميزان وأى قامة لا تقل عن ٣٠ متر ولا تزيد عن ٦٠ متر وتختلف هذه المسافة باختلاف طبيعة الأرض.



شكل (٧-١٢)

- ٣- تجرى عملية الضبط المؤقت للميزان ثم نوجه المنظار نحو القامة الأولى والموضوعة فى بداية المشروع وتؤخذ عليها القراءة بواسطة الشعرة الوسطى وذلك بعد التأكد من روح التسوية الداخلى وتسمى هذه القراءة مؤخرة.

٤- ينتقل الشخص المكلف بالوقوف بالقامة بين النقطة الأولى الى النقطة الثانية (١) على محور المشروع كما فى شكل (٧-١٢) ويضبط القامة رأسياً وفى هذه الأثناء يجب ألا يتغير وضع مسامير التسوية فى الميزان وإلا ضاع المستوى الأفقى الذى يحدد خط النظر الأول ولزم إعادة ضبط الميزان وإعادة أخذ القراءة الأولى مرة ثانية.

٥- ندير المنظار ونوجهه على القامة الموجودة عند النقطة الثانية وتؤخذ قراءة الشعرة الوسطى وتسمى هذه القراءة مقدمة وذلك بعد التأكد من روح التسوية الداخلى وضبطه إذا لزم الأمر.

٦- يحسب فرق القرائتين فيكون هو فرق المنسوب بين النقطتين ع ١ = (المؤخرة - المقدمة) فإذا كان الفرق موجب وهذا معناه أن النقطة الثانية أعلى من النقطة الأولى.

٧- ننقل الميزان الى نقطة فى منتصف المسافة بين النقطتين ١ ، ٢ فيكون هذا هو الوضع الثانى للميزان - وفى هذه الأثناء يجب عدم تحريك القامة عند (١) إطلاقاً من مكانها وإلا فقدت المنسوب الذى تحدد من الخطوة السابقة لأن هذه النقطة (١) لا يوجد ما يميزها سوى وجود القامة. وتدور القامة فى مكانها لتواجه الميزان فى وضعه الجديد وتسمى هذه النقطة بنقطة الدوران.

٨- نضبط الميزان أفقياً ونقرأ القامة وهى فى نقطة (١) لنحصل على قراءة المؤخرة ثم نشير للمساعد لينتقل بالقامة الى نقطة (٢) ونأخذ قراءة المقدمة الجديدة فنحصل على فرق المنسوب بين نقطتى القامة (١)، (٢).

$$ع ٢ = (المؤخرة - المقدمة) = خ - ق$$

٩- نكرر العملية فى أوضاع أخرى للميزان حتى نصل الى النقطة (ب) بحيث تكون المسافة بين أ ، ب تمثل محور المشروع فتصل الى نهايته فيكون فرق الارتفاع بين نقطتى بداية المشروع ونهاية المشروع بين (أ) ، (ب).

$$ج = منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة.$$

$$= ١ع + ٢ع + ٣ع + + ع$$

$$= (١ح + ٢ح + ٣ح + ح) - (١ق + ٢ق + ق)$$

$$= مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات.$$

١٠- ويجب قياس المسافة بين النقط وذلك بفرد الشريط فى اتجاه محور المشروع لقياس الأبعاد بين النقط التى توضع عليها القامة من نقطة الإبتداء.

١١- تبدأ الميزانية عادة من نقطة يكون منسوبها معلوم ومن الأفضل أن تنتهي الميزانية عند نقطة منسوبها معلوم حتى يمكن عمل التحقيق. وفي حالة تعذر وجود نقطة منسوبها معلوم في نهاية المشروع فيجب عمل الميزانية في الاتجاه العكسي "بالراجع" حتى نصل الى نقطة البداية (نقطة الروبير (أ)) الذي بدأت منه فلو كان العمل صحيحا نحصل على منسوب هو نفسه منسوب الروبير الأصلي.

١٢- دون جميع النتائج السابقة في نوتة الغيط في الجدول الخاص بالميزانية.

١٣- أجرى التحقيق الحسابي اللازم:

عدد المقدمات = عدد المؤخرات

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات

طرق تدوين الميزانية:

هناك طريقتان أساسيتان:

١- طريقة سطح الميزان. ٢- طريقة الارتفاع والإنخفاض.

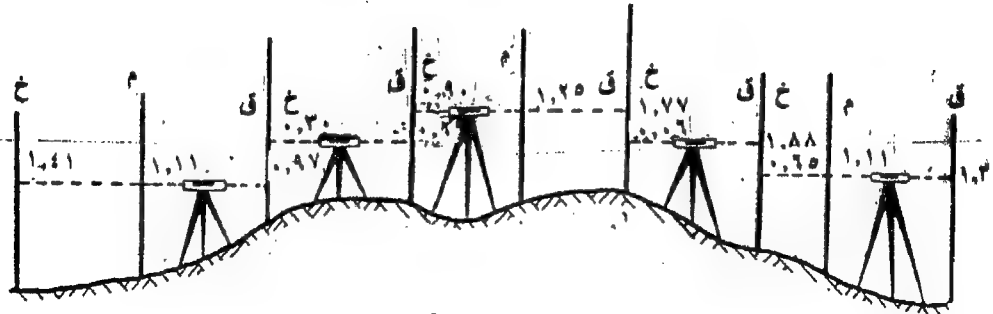
أولاً: طريقة سطح الميزان:

تعتمد طريقة سطح الميزان على إيجاد منسوب السطح الأفقى المار بمحور المنظار الأفقى. ويطلق عليه منسوب سطح الميزان ثم تحسب مناسب النقاط المختلفة التى أخذت قراءتها من هذا السطح بطرح قراءة القامة الموضوعه فوق النقطة من منسوب سطح الميزان. ومنسوب سطح الميزان يحسب مرة واحدة فى الوضع الواحد للجهاز من: منسوب سطح الميزان = منسوب أى نقطة + قراءة القامة الموضوعه عند ذات النقطة.

والمثال الآتى يوضح الطريقة سطح الميزان وكيفية إيجاد مناسب النقط المختلفة بها.

مثال ١:

الكروكي المعطى فى شكل (٧-١٣) يبين قراءات القامة فى ميزانية - فإذا كان منسوب النقطة الأولى = ١٥,٤٠ متراً - دون الأرصاد فى جدول وأحسب مناسب النقط مستعملاً طريقة سطح الميزان.



شكل (٧-١٣)

ملاحظات	منسوب النقطة	منسوب سطح الميزان	قراءة القامة			النقطة
			مقدمات	متوسطات	مؤخرات	
نقطة معلوم منسوبها	١٥,٤٠	١٦,٨١			١,٤١	١
	١٥,٧٠			١,١١		٢
نقطة دوران	١٥,٨٤	١٧,١٤	٠,٩٧		١,٣٠	٣
نقطة دوران	١٦,٤٨	١٧,٣٨	٠,٦٦		١,٩٠	٤
متوسطة	١٦,١٣			١,٢٥		٥
نقطة دوران	١٦,٦١	١٦,٦٧	٠,٧٧		٠,٠٦	٦
نقطة دوران	١٥,٧٩	١٦,٤٤	٠,٨٨		٠,٦٥	٧
	١٥,٣٣			١,١١		٨
	١٥,١٤		١,٣٠			٩
			٤,٥٨		٤,٣٢	

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - المقدمات = $٤,٣٢ - ٤,٥٨ = -٠,٢٦$ مترا
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $١٥,٤٠ - ١٥,١٤ = ٠,٢٦$ مترا
 ∴ العمل الحسابي صحيح

طريقة التدوين وخطوات العمل:

فى هذا المثال وضعنا الميزان وبعد الضبط أخذنا أول قراءة وهى عبارة عن مؤخرة ١,٤١ ونحصل على منسوب سطح الميزان للوضع الأول بإضافة المؤخرة على منسوب النقطة الأولى (شكل ٧-١٣).

منسوب سطح الميزان = $١٥,٤٠ + ١,٤١ = ١٦,٨١$ متراً ونقيده فى خانة سطح الميزان. والآن لإيجاد منسوب نقطة (٢) فنجد عليها قراءة متوسطة مقدارها ١,١١ متراً وهذه القراءة يجب أن تطرح من منسوب سطح الميزان لتحصل على منسوب نقطة (٢).

$$\therefore \text{منسوب نقطة (٢)} = \text{منسوب سطح الميزان} - \text{قراءة القامة عند (٢)}$$

$$= ١٦,٨١ - ١,١١ = ١٥,٧٠ \text{ متراً.}$$

وبالمثل تعيين منسوب نقطة (٣) بطرح المقدمة من منسوب سطح الميزان والقراءة عبارة عن مقدمة إذ أننا سننقل بالميزان بعدها مباشرة الى وضع جديد.

منسوب نقطة (٣) = منسوب سطح الميزان - قراءة القامة عند (٣)
ننتقل بالميزان من الوضع الأول الى الوضع الثانى بين النقطتين (٣)، (٤) وفى هذه الحالة علينا أن نعين سطح الميزان الجديد وذلك بإضافة قراءة المؤخرة عند نقطة الدوران الى منسوب نقطة (٣).

$$\therefore \text{منسوب سطح الميزان} = \text{منسوب (٣)} + \text{قراءة المؤخرة (٣)}$$

$$= ١٥,٨٤ + ١,٣٠ = ١٧,١٤ \text{ متراً.}$$

وهكذا نستنتج مناسب (٤)، (٥)، (٦)، (٧)، (٨)، (٩) بنفس الطريقة.

ونلاحظ ما يأتى من المثال:

منسوب سطح الميزان = منسوب الروبير + قراءة القامة
منسوب أى نقطة = سطح الميزان - قراءة القامة

أول رصد فى الوضع الواحد تكتب عبارة عن مؤخرة (خ).
آخر رصد فى الوضع الواحد تكتب عبارة عن مقدمة (ق).
نقطة الدوران تكون عليها قراءتين (مقدمة، ومؤخرة).
عدد المقدمات = عدد المؤخرات.

عدد أوضاع الميزان = عدد مناسب سطح الميزان.

مثال ٢:

أجريت ميزانية طولية وكانت القراءات كما يلي ٢,٤٠، ٢,٠٠، ١,٩٠، ١,٤٠، (٢,٨٠)، ٢,٠٠، ١,٤٠، ٢,٦٠، (١,٣٠)، ٢,٥٠، ٣,٠٠، (٠,٦٠)، ١,٧٠، ٢,١٠ وكانت القراءات بين الأقواس مؤخرات ومنسوب النقطة الأولى ١,٠٠ متر. أحسب مناسيب النقط بطريقة سطح الميزان.

الحل:

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
١	٢,٤٠			٣,٤٠	١,٠٠	روبير منسوبه معلوم
٢		٢,٠٠			١,٤٠	
٣		١,٩٠			١,٥٠	
٤	٢,٨٠		١,٤٠	٤,٨٠	٢,٠٠	نقطة دوران (١)
٥		٢,٠٠			٢,٨٠	
٦		١,٤٠			٣,٤٠	
٧	١,٣٠		٢,٦٠	٣,٥٠	٢,٢٠	نقطة دوران (٢)
٨		٢,٥٠			١,٠٠	
٩	٠,٦٠		٣,٠٠	١,١٠	,٥٠	نقطة دوران (٣)
١٠		١,٧٠			,٦٠-	
١١			٢,١٠		١,٠٠-	
	٧,١٠		٩,١			

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $٢,٠٠ = ٧,١٠ - ٩,١٠$
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٢,٠٠ = (١,٠٠ -) - ١,٠٠$
 العمل الحسابي صحيح.

ويمكن التأكد من العمل الحسابي

مجموع منسوب النقط + مجموع المقدمات + مجموع المتوسطات

$$٣٣,٨٠ = ١١,٥٠ + ٩,١٠ + ١٣,٢ =$$

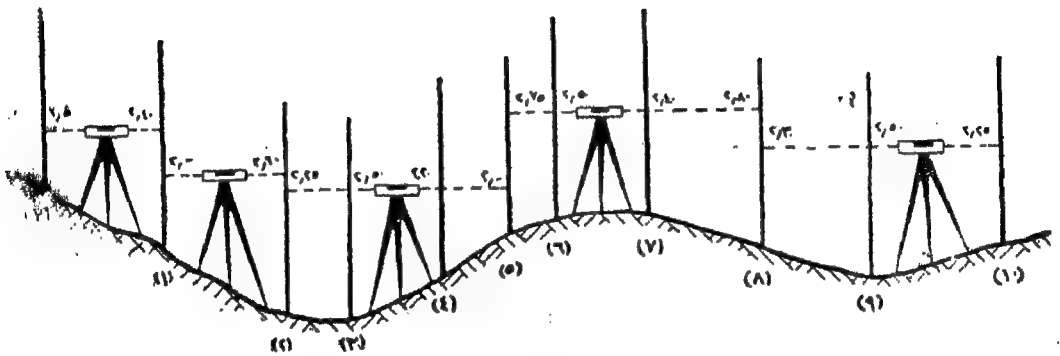
مجموع حاصل ضرب مناسيب سطح الميزان \times عدد مرات إستخدامها لإيجاد مناسيب نقط جديدة

$$33,8 = 2 \times 1,10 + 2 \times 3,5 + 3 \times 4,8 + 3 \times 3,4 =$$

ثانياً: - طريقة فرق الارتفاع: (الارتفاع والانخفاض)

فى الطريقة السابقة يمكننا التحقق من حساب منسوب أى نقطة أخذت عليها مقدمة وذلك عن طريقة التحقيق الحسابى - أما نقطة المتوسطات فلم يمكن التحقق منها ومن حسابها حيث لا تؤثر إطلاقاً على منسوب سطح الميزان يتغير تبعاً لتغيير وضع الميزان. فلو كان للنقط المأخوذ عليها متوسطات أهمية تلزم التحقيق فأننا نلجأ فى التدوين والحساب الى طريقة الارتفاع والانخفاض (فرق الارتفاع) وهى الطريقة التى تمكننا من التحقق من مناسيب المتوسطات وبالتالي التحقق من جميع نقط الميزانية. والمثال التالى يوضح خطوات التدوين وحساب مناسيب النقط بهذه الطريقة. ويلاحظ أن الجدول فى هذه الحالة يحوى خانتين للارتفاع والانخفاض بدلاً من خانة منسوب سطح الميزان.

مثال ٣: أجريت الميزانية المبينة فى شكل (٧-١٤) لتعيين منسوب نقطة ب بطريقة الارتفاع والانخفاض.



شكل (٧-١٤)

ملاحظات	منسوب النقطة	انخفاض -	ارتفاع +	قراءة القامة			النقطة
				مقدمات	متوسطات	مؤخرات	
روبير	٣٢,٥٠	-	-			٠,٥٠	١
	٣٠,٦٠	١,٩٠	-	٢,٤٠		٢,١٠	٢
	٣٠,١٠	٠,٥٠	-	٢,٦٠		٢,٢٥	٣
	٢٩,٨٥	٠,٢٥	-		٢,٥٠		٤
	٣٠,١٥	-	٠,٣٠		٢,٢٠		٥
	٣٠,٣٥	-	٠,٢٠	٢,٠٠		٢,٧٥	٦
	٣٠,٦٠	-	٠,٢٥		٢,٥٠		٧
	٣٠,٧٠	-	٠,١٠		٢,٤٠		٨
	٣٠,٣٠	٠,٤٠	-	٢,٨٠		٢,٣٠	٩
	٣٠,١٠	٠,٢٠	-		٢,٥٠		١٠
	٣٠,٦٠		٠,٥٠	٢,٠٠			ب
		١,٣٥	٣,٢٥	١١,٨٠		٩,٩٠	

التحقيق الحسابي:

مجموع المقدمات - مجموع المؤخرات = $١١,٨٠ - ٩,٩٠ = ١,٩٠$
 مجموع الارتفاعات - مجموع الانخفاضات = $٣,٢٥ - ١,٣٥ = ١,٩٠$
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٣٢,٥٠ - ٣٠,٦٠ = ١,٩٠$

طريقة التدوين وخطوات العمل:

في هذا المثال بدأنا من الروبير عند النقطة الأولى ذو المنسوب ٣٢,٥٠ متراً وبعد الميزان الضبط عينا القرائتين عليهما ٢,٤٠ ، ٠,٥٠ وهاتين القرائتين تدلان على انخفاض النقطة (٢) عن النقطة (١) بمقدار $٢,٤٠ - ٠,٥٠ = ١,٩٠$ متراً. فيدون هذا الرقم في خانة الانخفاض أمام نقطة (١). ويكون منسوب النقطة (٢) = منسوب (١) - $١,٩٠$
 \therefore منسوب النقطة (٢) = $٣٢,٥٠ - ١,٩٠ = ٣٠,٦٠$ متراً.

والآن بعد نقل الميزان الى الوضع الجديد بين النقطتين ٢ ، ٣ وبعد الضبط نجد أن القرائتين على القامتين هما ٢,١٠ ، ٢,٦٠ أى أن النقطة (٣) تنخفض عن النقطة (٢) بمقدار

$$\begin{aligned} 2,60 - 2,10 &= 0,50 \text{ متراً. ويكون منسوب النقطة (٣)} \\ \text{منسوب النقطة (٣)} &= \text{منسوب النقطة (٢)} - 0,50 \\ &= 30,60 - 0,50 = 30,10 \text{ متراً.} \end{aligned}$$

والقراءة الموجودة على القامة الموضوعه عند نقطة (٤) هي ٢,٥٠ والقراءة التي قبلها عند نقطة (٣) بعد نقل الميزان الى الوضع الثانى هي ٢,٢٥ متراً. فهذا يدل على انخفاض النقطة (٤) بمقدار يعادل ٠,٢٥ متراً $(2,50 - 2,25 = 0,25)$.

∴ منسوب النقطة (٤) = منسوب (٣) - ٠,٢٥ = ٢٩,٨٥ متراً.
ولتعيين منسوب النقطة رقم (٥) نجد أن القراءة عندها ٢,٢٠ متراً وقراءة القامة عند (٤) كانت ٢,٥٠ فمعنى هذا أن نقطة (٥) ترتفع عند نقطة (٤) بالمقدار $2,50 - 2,20 = 0,30$ متراً. وتدوّن في خانة الارتفاع أمام (٥).

∴ منسوب النقطة (٥) = منسوب نقطة (٤) + ٠,٣٠ = ٣٠,١٥ متراً.
ونتبع نفس الخطوات لتعيين مناسيب بقية النقط.

ملاحظات على الحل:

ونلاحظ في هذه الطريقة أنه إذا حدث أى خطأ فى حساب منسوب أى نقطة سواء كانت مقدمة أو متوسطة لكانت جميع النقط التالية لها خطأ وبالتالي المنسوب النهائى. وفرق الارتفاع بين نقطتين وهو الفرق بين قراءة القامة وهى موضوعه على النقطتين والميزان فى نفس الوضع.

مقارنة بين طريقتى حساب المناسيب:

- طريقة منسوب سطح الميزان أسهل فى العمل وتوفر الوقت والحساب عن طريقة الارتفاع والانخفاض.
- فى طريقة منسوب سطح الميزان لا يكتشف أى خطأ فى حساب نقط المتوسطات إطلاقاً بينما نكتشف بسهولة فى طريقة الارتفاع والانخفاض.
- تستخدم طريقة الارتفاع والانخفاض لذلك فى الأعمال الهامة التى تحتاج فيها الى دقة وعناية.

مثال ٤:

أجريت ميزانية طولية على محور ترعة مطلوب إنشائها. فكانت القراءات كما يلي: ١,٤٠، ٢,٠٠، ٢,٨٠، (٠,٤٠)، ١,٩٠، ٢,٠٠، ١,٤٠، ١,٤٠، (٢,٦٠)، ١,٣٠، ٢,٥٠، (٣,٠٠)، ٠,٦٠، ١,٧٠، (١,١٠). وكانت القراءات بين الأقواس مقدمات وكان منسوب النقطة الرابعة ١٠,٠٠ متر. والمسافات بين النقط متساوية وتساوى ١٠٠ متر. احسب في جدول مناسيب النقط بطريقة فرق الارتفاع والانخفاض مع التحقيق الحسابي.

الحل:

النقطة	المسافات	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	ارتفاع	إنخفاض	مناسيب	ملاحظات
١	صفر	١,٤٠					٩,٠٠	
٢	١٠٠		٢,٠٠			٠,٦٠	٨,٤٠	
٣	٢٠٠		١,٩٠		٠,١٠		٨,٥٠	
٤	٣٠٠	٢,٨٠		٠,٤٠	١,٥٠		١٠,٠٠	نقطة معلومة
٥	٤٠٠		٢,٠٠		٠,٨٠		١٠,٨٠	
٦	٥٠٠		١,٤٠		٠,٦٠		١١,٤٠	
٧	٦٠٠	١,٣٠		٢,٦٠		١,٢٠	١٠,٢٠	نقطة دوران
٨	٧٠٠		٢,٥٠			١,٢٠	٩,٠٠	
٩	٨٠٠	٠,٦٠		٣,٥٠		١,٠٠	٨,٠٠	نقطة دوران
١٠	٩٠٠		١,٧٠			١,١٠	٦,٩٠	
١١	١٠٠٠			١,١٠	٠,٦٠		٧,٥٠	
	٦,١٠		٧,٦٠	٣,٦٠	٥,١٠			

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = ٦,١٠ - ٧,٦٠ = ١,٥٠
 مجموع الارتفاعات - مجموع الانخفاضات = ٣,٦٠ - ٥,١٠ = ١,٥٠
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = ٧,٥٠ - ٩,٠٠ = ١,٥٠

٧-٣-٣- دقة الميزانية

تبدأ الميزانية من روبير أو أى نقطة معلوم منسوبها بحيث تكون قريبة من أول نقطة فى الميزانية ويمكن معرفة ذلك من الخرائط المخصصة لتلك المنطقة ثم تعمل سلسلة ميزانية بين الروبير وأول نقطة حتى يمكن معرفة منسوبه. وعندما ينتهى العمل حتى آخر نقط القطاع ويستحسن الاستمرار فى سلسلة الميزانية بعد الوصول الى آخر القطاع حتى أقرب روبير وذلك بأخذ مؤخرات ومقدمات فقط ومقارنة المنسوب الناتج من حساب الميزانية بمنسوبه المدون بدفتر الروبيرات التى تخرجها مصلحة المساحة لمعرفة مناسيب الروبيرات المختلفة. ويجب أن يتساوى المنسوبان أولا يتعدى الفرق بينها قيمة الخطأ المسموح والذى يعتمد على طول الميزانية ويحسب من العلاقة:

$$\text{الخطأ المسموح بالم} = 10 \sqrt{\text{طول الميزانية بالكم}}$$

وفى حالة تعذر الوصول الى أقرب روبير من النقطة الأخيرة للميزانية فيمكن تحقيق صحة العمل بإعادة الميزانية فى إتجاه عكسى لتحقيق من صحة القراءات والمناسيب.

مثال ٥: عملت ميزانية طولية على محور مشروع فكانت القراءات كالاتى:

١,٩٧ ، ٢,٩٨ ، ١,٣٥ ، ٢,٤٥ ، ١,٧٨ ، ١,٠٥ ، ٢,٠٠ ، ١,٩٣ ، ٢,٠٠ ، ٣,٩٤ ، ٢,١٦ ، ٣,١٧ ، ٢,٩٧ ، ١,٦٠ ، ١,٢٠ ، ٢,٦٣ ، ٣,٧٤ .

وكانت النقط الثانية والرابعة والخامسة نقط دوران. ونقل الميزان أيضا بعد القراءة الثانية عشرة و ١٣ منسوب أى نقطة سلسلت الميزانية من روبير قريب منسوبه ٣٢,١٥ وأخذت القراءات كالتالية: ٢,١٦ ، ١,١٥ ، ١,٢٠ ، ٣,٠٨ ، ١,١٢ ، ٢,٠٥ المشروع. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت الميزانية من آخر نقطة منى أن وصلت الى روبير آخر منسوبه ٢٦,٤٨ وكانت القراءات كالاتى: ١,١٢ - ١,٧٥ ، ٢,٠٦ - ٣,٠٦ . أحسب مناسيب النقط بطريقة فرق الارتفاع والإنخفاض مع التحقيق الحسابى. ما حكمك على دقة الميزانية إذا كانت المسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠ متر.

ملاحظات	مناسيب	ارتفاع		المسافات			النقطة
		إنخفاض	+	مقدمة	متوسطة	مؤخرة	
	٣٢,١٥	-	-			١,٢٠	-
	٣٢,٢٠		٠,٠٥	١,١٥		٢,١٦	-
	٣١,٢٨	٠,٩٢		٣,٠٨		١,١٢	-
	٣٠,٣٥	٠,٩٣		٢,٠٥		١,٩٧	١. صفر
	٢٩,٣٤	١,٠١		٢,٩٨		١,١٣	٢٠ ٢
	٢٩,١٢	٠,٢٢			١,٣٥		٤٠ ٣
	٢٨,٠٢	١,١٠		٢,٤٥		١,٨٧	٦٠ ٤
	٢٨,٨٤		٠,٨٢	١,٠٥		٢,٠٠	٨٠ ٥
	٢٨,٩١		٠,٠٧		١,٩٣		١٠٠ ٦
	٢٨,٨٤	٠,٠٧			٢,٠٠		١٢٠ ٧
	٢٦,٩٠	١,٩٤			٣,٩٤		١٤٠ ٨
	٢٨,٦٨		١,٧٨	٢,١٦		٣,١٧	١٦٠ ٩
	٢٨,٨٨		٠,٢٠		٢,٩٧		١٨٠ ١٠
	٣٠,٢٥		١,٣٧		١,٦٠		٢٠٠ ١١
	٣٠,٦٥		٠,٤٠		١,٢٠		٢٢٠ ١٢
	٢٩,٢٢	١,٤٣			٢,٦٣		٢٤٠ ١٣
	٢٨,١١	١		٣,٧٤		١,١٢	٢٦٠ ١٤
	٢٧,٤٨	٠,٦٣		٣,٧٥		٢,٠٦	-
روبير منسوبه	٢٦,٤٨	١,٢٠	- ٢	٣,٠٦			-
٢٦,٤٨		١٠,٣٦	٤,٦٩	١٥٠ ١٧		١٧,٨	

التحقيق الحسابي:

$$\text{المؤخرات} - \text{المقدمات} = ١٧,٨٠ - ٢٣,٤٧ = - ٥,٦٧$$

$$\text{الارتفاعات} - \text{الإنخفاضات} = ٤,٦٩ - ١٠,٣٦ = - ٥,٦٧$$

$$\text{منسوب آخر نقطة} - \text{منسوب أول نقطة} = ٢٦,٤٨ - ٣٢,١٥ = - ٥,٦٧$$

∴ العمل الحسابي صحيح

٧-٣-٤ - القطاعات الطولية:

من أهم أغراض الميزانية هو عمل قطاعات وهو عبارة عن الحصول على شكل تعرجات سطح الأرض وتمثيلها بخط معين مستقيم أو منحني بطريقة بحيث يمكن رسمه على خريطة. وذلك بتعيين مناسيب نقط معينة على هذا الخط والمسافات بينهما. والقطاع الطولي هو عبارة عن الميزانية الطولية التي تجرى عادة على محور طريق زراعى أو جسر سكة حديد أو ترعة أو مصرف ويرسم هذه الميزانية ينتج القطاع الطولي.

ويلاحظ أن طريقة التدوين والحساب لا تختلف عما سبق إلا بإضافة عمود للجدول تدون به المسافات بالأمتار بين النقط وذلك بالنسبة لأول المشروع.

ولرسم القطاع نأخذ خانتى المسافات والمناسيب ونعتبر أحدهما المحور السيني وهو المسافات دائماً والمحور الصادي وهو المناسيب ونظراً لأن المسافات الأفقية طويلة جداً إذا قورنت بفروق المناسيب بين نقط القطاع ولذا نرسم المسافات الأفقية بمقياس رسم صغير مثل ١ : ١٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠ حسب مساحة الورقة وحسب الغرض الذى ينشأ من أجله القطاع الطولي وترسم الأبعاد الرأسية وهى المناسيب بمقياس رسم كبير مثل ١ : ٥٠ أو ١ : ١٠٠ وعلى هذا الأساس تظهر المفروقات فى الارتفاع واضحة جداً إذ أننا بالغنا فيها بأخذ مقاييس مختلفة - ويجب أن نأتى بالفرق بين أعلى نقطة وأوطى نقطة لكى نحدد المقياس الرأسى. وتوصل النقط ببعض بخطوط مستقيمة على اعتبار أن سطح الأرض مستويا بين كل نقطتين متتاليتين. فيكون لدينا قطاع طولى يبين شكل الأرض على محور الطريق أو الترعة أو المصرف وهكذا.

وغالباً ما يطلب منا عمل الميزانية الطولية لإقامة مشروع بطول هذه الميزانية فيحدد على القطاع الطولى المحور المطلوب ويسمى محور المشروع وهو أما أن يكون أفقياً أو مائلاً ميل واحد أو عدة ميول حسب حاجة المشروع المطلوب كما هو الحال فى مشاريع إنشاء الطرق والجسور وبناء الكبارى وتخطيط شبكات الترعى والمصارف.

ويراعى أن النقط التى تؤخذ عندها المناسيب هى:

- أ- النقط التي يتغير عندها اتجاه ميل سطح الأرض تغيراً ملموساً.
 ب- النقط التي يتغير فيها الاتجاه.
 ج- أى نقط أخرى يراها المهندس ضرورية لدقة المشروع.

وإذا كان عرض المشروع (طريق أو ترعة) ضيقاً فتكون مناسيب النقط على المحور ممثلة لجميع مناسيب النقط فى الاتجاه العمودى أو القطاع العرضى.

مثال ١: عمل قطاع طولى لمشروع بين الكيلو ٢٧,٠٠ والكيلو ٢٧,٥٠ طريق اسكندرية القاهرة الزراعى بين نقطتين أ، ب وكانت الميزانية على مسافة متساوية (٥٠ متر) وكانت قراءات القامة كالاتى: ١,٥٢ - ١,٩١ - ٢,٤١ - ٢,٥٩ - ١,٩٢ - ١,٤٨ - ١,١٢ - ٠,٤٤ - ١,٥٠ - ١,١٦ - ١,٨٢ - ١,٩١ - ١,٢٢ - ٢,٣٠ - ٣,٨٥. فإذا كان الميزان قد نقل بعد النقط: الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة وأن منسوب النقطة الأولى هى ١٨,٤٠ فالمطلوب: رسم القطاع الطولى بمقاييس رسم مناسبة مبيناً عليه.
 أ- الأرض الطبيعية.

- ب- خطأ الإنشاء لطريق مقترح يبدأ من نقطة أ بميل ٠,٥ %.
 ج- إرتفاع الحفر أو الردم عند جميع نقط القطاع.

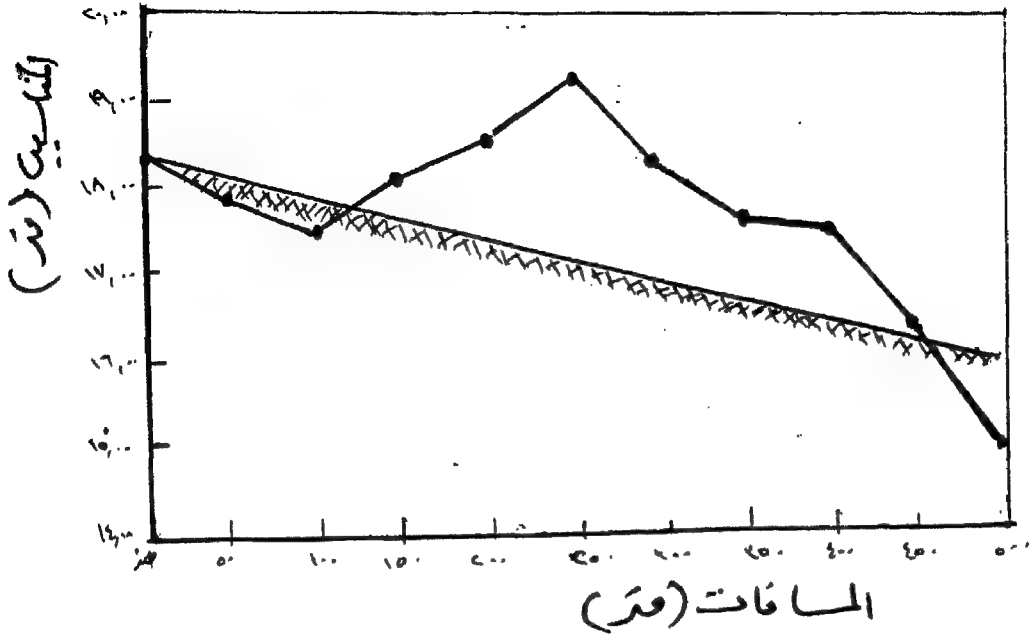
	مسافات	قراءة القامة			م سطح الميزان	مناسيب النقطة	منسوب المشروع	إرتفاع الحفر	إرتفاع الردم
		خ	م	ق					
١-أ	٠٠	١,٥٢			١٩,٩٢	١٨,٤٠	١٨,٤٠		٠٠
٢	٥٠		١,٩١			١٨,٠١	١٨,١٥		٠,١٤
٣	١٠٠	٢,٥٩		٢,٤١	٢٠,١٠	١٧,٥١	١٧,٩٠		٠,٣٩
٤	١٥٠		١,٩٢			١٨,١٨	١٧,٦٥	٠,٥٣	
٥	٢٠٠	١,٦٢		١,٤٨	١٩,٧٤	١٨,٦٢	١٧,٤٠	٠,٨٢	
٦	٢٥٠		٠,٤٤			١٩,٣٠	١٧,١٥	٢,١٥	
٧	٣٠٠	١,١٦		١,٥٠	١٩,٤٠	١٨,٢٤	١٦,٩٠	١,٣٤	
٨	٣٥٠		١,٨٢			١٧,٥٨	١٦,٦٥	٠,٩٣	
٩	٤٠٠	١,٢٢		١,٩١	١٨,٧١	١٧,٤٩	١٦,٤٠	١,٠٩	
١٠	٤٥٠		٢,٣٠			١٦,٤١	١٦,١٥	٠,٢٦	
ب	٥٠٠			٣,٨٥		١٤,٨٦	١٥,٩٠		١,٠٤
		٧,٦١		١١,١٥					

التحقيق الحسابي:

- مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $٧,٦١ - ١١,١٥ = -٣,٥٤$ مترا
 مجموع آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $١٤,٨٦ - ١٨,٤٠ = -٣,٥٤$ مترا
 ١- يلاحظ أن خط الإنشاء يبدأ بالنقطة الأولى مع الأرض الطبيعية ويميل بمقدار ٥ ٪. أى ٥٠ سم كل ١٠٠ متر أو ٢٥ سم كل ٥٠ متر ومنها يستنتج منسوب المشروع لكل نقطة.
 ٢- لإيجاد ارتفاع الحفر والردم يلاحظ منسوبي المشروع والأرض الطبيعية فإذا زاد منسوب خط الإنشاء عن الأرض الطبيعية كانت الحالة ردم والعكس يكون حفر.

رسم القطاع:

- ١- أخذنا فى القطاع مقياس أفقى مقداره ١ : ٢٥٠٠ وللمسافات الرأسية مقياس ١ : ٥٠. على ذلك فإن:
 ٢- ١ سم يمثل على المحور الأفقى ٥٠ متر.
 ٣- ١ سم يمثل على المحور الرأسى ٥٠ سم وبدأنا بمنسوب ١٤ متر.



مثال ٢: أحسب إرتفاع الحفر أو الردم إذا كانت مناسيب النقط هي: ٣٠,٣٥ - ٢٩,٣٤ - ٢٩,١٢ - ٢٨,٠٢ - ٢٨,٨٤ - ٢٨,٩١ - ٢٨,٨٤ - ٢٦,٩٠ - ٢٨,٦٨ - ٢٨,٨٨ - ٣٠,٢٥ - ٣٠,٦٥ - ٢٩,٢٢ - ٢٨,١١. والمشروع المقترح بميل الى أسفل بنسبة ١٪، ومنسوب بداية المشروع هو نفسه منسوب الأرض. والمسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠ متر.

الحل: منسوب أول نقطة فى المشروع هو نفس منسوب الأرض (٣٠,٣٥ متر). ميل المشروع ١٪ الى أسفل.
∴ يحدث إنخفاض مقدار ٠,١ متر لكل ١٠٠ متر. ولكن المسافة بين النقط ٢٠ متر.

مقدار الانخفاض لكل ٢٠ متر

$$\therefore \text{س} = \frac{٠,١ \times ٢٠}{١٠٠} = ٠,٠٢$$

النقط	مناسيب النقط	مناسيب المشروع	إرتفاع	
			الحفر	الردم
١	٣٠,٣٥	٣٠,٣٥	صفر	صفر
٢	٢٩,٣٤	٣٠,٣٣		٠,٩٩
٣	٢٩,١٢	٣٠,٣١		١,١٩
٤	٢٨,٠٢	٣٠,٢٩		٢,٢٧
٥	٢٨,٨٤	٣٠,٢٧		١,٤٣
٦	٢٨,٩١	٣٠,٢٥		١,٣٤
٧	٢٨,٨٤	٣٠,٢٣		١,٣٩
٨	٢٦,٩٠	٣٠,٢١		٣,٣١
٩	٢٨,٦٨	٣٠,١٩		١,٥١
١٠	٢٨,٨٨	٣٠,١٧		١,٢٩
١١	٣٠,٢٥	٣٠,١٥	٠,١٠	-
١٢	٣٠,٦٥	٣٠,١٣	٠,٥٢	-
١٣	٢٩,٢٢	٣٠,١١	-	٠,٨٩
١٤	٢٨,١١	٣٠,٠٩	-	١,٩٨

٧-٣-٥- القطاعات العرضية

القطاع العرضي عبارة عن مقطع في سطح الأرض في اتجاه عمودي على القطاع الطولي. ويتوقف طول القطاع العرضي على الغرض المطلوب منه، فهو يمتد عادة بطول يعادل عرض المشروع مضافاً إليه من ١٠ الى ٢٠ م في كل من الناحيتين. تستخدم القطاعات العرضية لتصميم المشروعات الإنسانية كما تستخدم بعد ذلك في حسابات مكعبات الأتربة من حفر وردم ولذا فيجب إختيارها عند أى تغيير في شكل الأرض أو في إتجاه القطاع الطولي الواقعة عليه على مسافات متساوية إذا كانت الأراضي منتظمة الانحدار وتؤخذ عادة على مسافات ٥٠ متر ويسمى كل قطاع بحسب بعده عن نقطة الإبتداء في الميزانية الطولية أى بعده عن نقطة أول المشروع وتحدد نقط القطاع العرضي يمينا ويسارا من نقط القطاع الطولي وتقاس أبعادها عن هذه النقطة.

وتستخدم هذه الطريقة عند إنشاء الترع أو المصارف أو الطرق. حيث يخطط محور المشروع على الخريطة ثم يوقع في الطبيعة بدق أوتاد أو شواخص، ثم نبدأ عمل الميزانية على يمين ويسار المحور - ويختلف جدول الميزانية العرضية على الميزانية الطولية بتقسيم خانة المسافات إلى ثلاثة أقسام الأولى خاصة بأبعاد النقط على القطاع من ابتداء المحور الطولي وعلى يمينه والثانية خاصة بأبعاد القطاعات من إبتداء المشروع والثالثة خاصة بأبعاد النقط التي على القطاع وعلى يسار المحور الطولي.

وتسلسل ميزانية من أقرب روبير أو نقطة معروف منسوبها، ويوضع الميزان في مكان يسهل منه رؤية جميع نقط القطاع، ثم يعرف منسوبه من الميزانية المسلسلة ثم نوضع القامة على المحور عند موقع القطاع ونقرأ وتقيد في الخانة الخاصة بها ويكتب أمامها في خانة المحور صفر. ثم نوضع القامة في نقطة لتكون في الإتجاه العمودي على المحور وتقيد في خانة المتوسطات وتدون خانة المتوسطات وتدون المسافة في خانة يمين أمام كل نقطة بما يقابلها من هذه الأبعاد وننتقل إلى اليسار ويتم العمل في جميع القطاعات الأخرى ويمكن نقل الميزان إلى نقط أخرى معروف منسوبها في الميزانية الطولية أو المسلسلة إذالم يمكن أخذ قراءات القامة لجميع القطاعات من موضع واحد للميزان.

٧-٣-٦- الميزانية الشبكية:

يلزم للمشروعات الزراعية والهندسية معرفة مناسبة الأرض لإظهار طبيعتها الطبوغرافية على الخرائط. وتستخدم الميزانية الشبكية لتحديد مناسب نقط في منطقة ما ويتم ذلك برسم خطوط تسمى خطوط الكنتور وتمتاز الخرائط الكنتورية بأنها تعطي فكرة واضحة عن شكل سطح الأرض في منطقة ما. وخط الكنتور هو الخط الواصل بين النقط ذات المنسوب الموحد، فمثلاً خط كنتور ٧,٠٠ يدل على أن هذا الخط يقع على جميع النقط الموجودة بالطبيعة ذات المنسوب ٧,٠٠ وخط كنتور ٤,٠٠ يدل كذلك على النقط ذات المنسوب الموحد ٤,٠٠ وهكذا. وتعرف المسافة بين خطوط الكنتور بالفترة الكنتورية، فمثلاً في بعض الخرائط تبين خط الكنتور لكل ١٠,٠٠ متراً أى ترسم خطوط الكنتور ٥٠، ٦٠، ٧٠، ٨٠ متراً ... الخ. ويعرف خط الكنتور بأنه المسقط الأفقى لتقاطع منسوب أفقى معين مع سطح الأرض. وتتوقف الفترة الكنتورية على:-

- ١- الغرض الذى من أجله تنشأ خطوط الكنتور: فإذا كان الغرض مجرد دراسة عامة للمنطقة لمعرفة شكل الأرض جعلنا خطوط الكنتور متباعدة، أما إذا كان الغرض حساب مكعبات الحفر والردم فيجب أن تكون الفترة الكنتورية صغيرة حتى يكون الحساب دقيقاً.
- ٢- الفرق بين منسوب أعلى نقطة وأوطى نقطة فى المنطقة: فإذا كان الفرق كبيراً كانت المسافة بين خطوط الكنتور كبيرة حتى لا تزدحم الخريطة بخطوط الكنتور فيكون العمل بها مركباً غير مريح. وكلما كان الفرق صغيراً صغرت الفترة الكنتورية زيادة فى الدقة.
- ٣- طبوغرافية الأرض:- كلما كانت الأرض منتظمة كبرت المسافة الكنتورية كلما كانت كثيرة التضاريس وجب تصغير المسافة بين خطوط الكنتور لتمثيل الطبيعة تماماً.
- ٤- مقياس رسم الخريطة:- إذ تتناسب المسافة بين خطوط الكنتور تناسباً عكسياً مع مقياس الرسم، فتصغر المسافة الكنتورية عندما يكبر المقياس وتكبر عندما يصغر المقياس.

ويلاحظ من رسم خطوط الكنتور فى الخريطة الواحدة أنها تظهر الأرض الطبوغرافية، فتحدد المرتفعات وكذلك المنخفضات وإتجاه الإنحدار. وإذا تقاربت المسافة بين خطوط الكنتور بالخريطة كلما تقاربت مساقطها مما

- يدل على شدة الإنحدار والعكس. أما إذا تساوت المسافة الكنتورية بينها دل ذلك على إنتظام الإنحدار. ويلزم لرسم الخرائط الكنتورية الأتى:
- ١- عمل ميزانية شبكية للأرض بتعيين عدد كاف من النقط عليها.
 - ٢- توقيع هذه النقط ومناسيبها على الخريطة.
 - ٣- رسم خطوط الكنتور.

٧-٣-٧- تنفيذ الميزانية الشبكية

لتنفيذ الميزانية الشبكية هناك عدة طرق، وسوف نقتصر على شرح طريقتين منها تعتبران أسهلها وأيسرها فى العمل.

الطريقة الأولى:

وفيه تقسيم الأرض الى مجموعة من المربعات أو المستطيلات أو مثلثات وهى تتم كالتالى:

- ١- الحصول على خريطة للأرض المراد عمل ميزانية شبكية عليها، كما يجب معرفة الغرض الذى نشأ من أجله الخريطة ومعاينة الأرض بالطبيعة وذلك لتحديد أطوال أضلاع المربعات أو المستطيلات.
- ٢- والمعتاد أن يكون طول ضلع المربع من ٢٥ الى ١٠٠ متر فى الأراضى الزراعية إذا كان الغرض مجرد معرفة طبوغرافية الأرض. أما إذا كان الغرض حساب مكعبات تسوية الأرض فيجب أن يقل طول ضلع المربع ٢٥ متراً وهو المألوف فى أراضى الأصلاخ وردم البرك.
- ٣- وبعد تحديد طول ضلع المربع أو المستطيل نرسم هذه المستطيلات أو المربعات على الخريطة، وطبيعى إذا كانت الأرض على شكل مربع أو مستطيل قسمت الى مجموعة صحيحة من المستطيلات أو المربعات، أما إذا كانت غير ذلك فتكون هناك مجموعة من المربعات أو المستطيلات ومجموعة من أشباه المنحرفات والمثلثات حسب شكل الأرض
- ٤- توقع هذه نقاط اركان المربعات او المستطيلات فى الطبيعة
- ٥- وليبيان هذه النقط توضع فيها شواخص ترفع من مكانها بعد إنتهاء العمل، أو تدق فيها أوتاد.
- ٦- وبعد توقيع هذه الأركان تسلسل ميزانية من روبرير قريب، ونقف بالميزان فى مكان مناسب ويكون فى هذه الحالة معروف المنسوب، ويجب ملاحظة أن الوضع الواحد للميزان يغطى مساحة ٢٠٠ × ٢٠٠ متر تقريباً أى ٤٠٠٠٠ م^٢ أى مساحة تقدر بحوالى ١٠ أفدنة.

الباب السابع (قياس المناسيب)

٧- توضع القامة على النقطة رقم (١) ويستنتج منسوبها الذى يساوى (منسوب سطح الميزان - قراءة القامة). ثم يكتب المنسوب مباشرة على الخريطة ثم تنتقل القامة الى النقطة رقم (٢) وهكذا حتى نهاية العملية.

٨- فى هذه الطريقة يقوم باستعمال الميزان وتدوين القراءات وفردين يتحركان بقامتين. وفى هذه الطريقة يتم تخطيط مربع ٢٥٠×٢٥٠ متر بواسطة النيودوليت والشريط. ويتم وضع الميزان فى منتصف المساحة ووضع الشواخص على حافتين متقابلتين من الحقل على مسافات ٢٥ متر كما شكل (٧-١٦) ويمكن للفردين حاملى القامة أن يقوموا بمعايرة خطواتهما لمسافة ٢٥ متر وأن يقوموا بالاتفاق مع قارئ الميزان على اشارة معينة يستدل بها على انتهاء قراءة القامة. وطريقة العمل تتلخص فى أن يقف فردين حاملين القامة ويتحركان فى اتجاه واحد من خط الأساس فى اتجاه الخط المقابل بحيث يقوم قارئ الميزان بقراءة القامة فى أثناء تحرك الثانى الى النقطة التالية مع مراعاة المحافظة على اتجاه الخط بأن يوجد حامل القامة نفسه بين الشاخصين الموجودين على الخطين الأساسيين المتقابلين. ان تقدير المسافة بين النقط بواسطة الخطوة يحدد موقع النقط بدقة تصل الى ١ متر لمسافة ٢٥ متر وهذا يعتبر تقدير كافى حيث أن عدد النقط للفدان يعتبر أهم من دقة تحديد المسافة بين النقط.



شكل (٧-١٦)

الطريقة الثانية:

وتعرف بطريقة المحور، وتتم كالتالى:

- ١- ينتخب فى وسط الأرض محور مستقيم كحرف طريق أو قناة للرى، فإن لم يوجد يعين محور بأوتاد أو شواخص، ويوقع هذا المحور على الخريطة. (أو يعتبر أحد حدود الأرض إذا كان مستقيماً كمحور). ثم يوضع الميزان فى مكان مناسب بعد استنتاج منسوب سطحه.
- ٢- تقام أعمدة على هذا المحور كل ٥٠ ، ١٠٠ متراً إذا كان إنحدار الأرض منتظماً، أو عند كل نقطة يلاحظ عندها إختلاف كبير فى الإنحدار، ثم تقرأ القامة على المحور أولاً، وتنتقل فى الإتجاهات المتعامدة عليه يمينا ويسارا الى كل نقطة يلاحظ فيها إختلاف كبير فى الإنحدار. وفى أثناء هذه العملية يقاس بعد النقطة عن المحور وهذه العملية شبيهة بعملية الإحداثيات فى رفع المناطق بواسطة الجنزير. وبعد توقيع المحور على الخريطة تقام عليه الأعمدة فى نفس المواقع التى أقيمت فيها على الطبيعة وتوقع عليها النقط ومناسيبها.

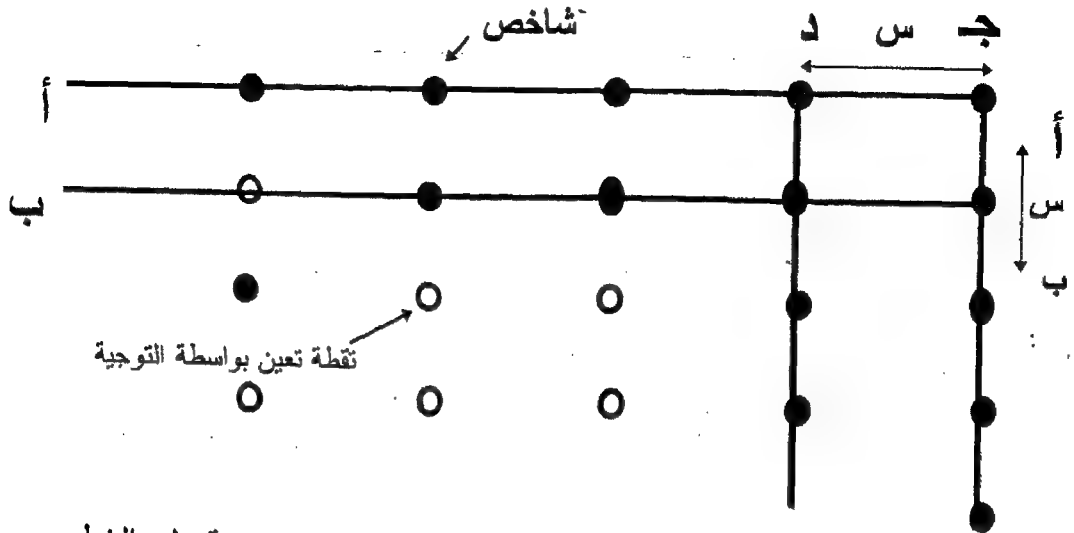
أثناء القيام بالميزانية الشبكية يمكن نقل الميزان من موضع الى آخر على ان تظل القامة الموضوعه على إحدى النقط فى مكانها والمؤخذ عندها آخر قراءة فى الوضع الخالى حتى يضبط الميزان فى وضعه الجديد ويؤخذ عليها قراءة أخرى (نقطة دوران). ثم نستمر فى نقل القامة من نقطة الى أخرى.

وبوضح شكل (٧-١٧) ميزانية شبكية لأحد الحقول . ويمكن تعريف أى نقطة على الخريطة بترقيم الخطوط الرأسية بحروف مثلاً والخطوط الأفقية بأرقام. فمثلاً يكون منسوب النقطة أ ٥ يساوى ١١,٠٦ والنقطة جـ ٤ يساوى ١١,٣٨ متر وهكذا. والمسافة بين النقط أو الأركان ٣٠ × ٣٠ متر.

وفى الطبيعة فإن وضع العلامات أو الأوتاد عند اجراء الميزانية الشبكية يتم تخطيط خطين متوازيين لحدين متعامدين من حدود الأرض وذلك بوضع الشواخص على مسافات تتراوح بين ١٥ - ٣٠ متر باستعمال الشريط ويتم التوجيه وعمل الزاوية القائمة بين الخطوط باستعمال الثيودوليت هذا وتعين بقية النقط بواسطة التوجيه ويمكن استعمال الخطوة فى قياس المسافات الأفقية ايضاً كما هو موضح بشكل (٧-١٨).

١٠,٧٦	١٠,٩٠	١٠,٠٦	١٠,٩٢	١٠,٨٦	٦
١٠,٩٢	١١,٠٦	١١,٢٢	١١,١٦	١١,٠٦	٥
١٠,٠٦	١١,٢٢	١١,٣٨	١١,٢٨	١١,٢٢	٤
١١,٢٢	١١,٣٨	١١,٥٢	١١,٢٢	١١,٣٨	٣
١١,٣٨	١١,٥٢	١١,٦٨	١١,٩٠	١١,٩٨	٢
١١,٦٨	١١,٧٦	١١,٨٢	١١,٩٨	١٢,١٤	١
هـ	د	ج	ب	أ	

شكل (٧-١٧): مناسيب النقاط على رؤوس مربعات (المناسيب بالمتر)



أ خطوط الأساس أ-أ ، ب-ب تخطط بواسطة التيودوليت عمودية على الخطية
ج-ج ، د-د.

● نقط الأركان تخطط بواسطة القياس بالشريط على خطوط الأساس
○ نقط أركان تخطط بواسطة التوجيه في اتجاهين بمساعدة الشواخص
على خطوط الأساس

أمثلة محلولة

مثال ١: أجريت ميزانية طولية من نقطة منسوبها ٢٢,٧٥ متراً وكانت القراءات المدونة بين قوسين مؤخرات والبعديين كل قرانتين ٥٠ متراً، والقراءات هي: ١,١٢، ١,٤٥، ١,٦٧، ١,٩٢، (٢,١٥)، ١,٦٥، ١,٤٧، ١,٠٢، (١,١٤)، ١,٢٧، ١,٥٦. بطريقة سطح الميزان

الحل:

النقطة	المسافات	مؤخرات	متوسطات	مقدمات	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة
١	صفر	١,١٢			٢٣,٨٧	٢٢,٧٥
٢	٥٠		١,٤٥			٢٢,٤٢
٣	١٠٠		١,٦٧			٢٢,٢٠
٤	١٥٠	٢,١٥		١,٩٢	٢٤,١٠	٢١,٩٥
٥	٢٠٠		١,٦٥			٢٢,٤٥
٦	٢٥٠		١,٤٧			٢٢,٦٣
٧	٣٠٠	١,١٤		١,٠٢	٢٤,٢٢	٢٣,٠٨
٨	٣٥٠		١,٢٧			٢٢,٩٥
٩	٤٠٠			١,٥٦		٢٢,٦٦
		٤,٤١		٤,٥٠		٢٢,٧٥

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $٤,٤١ - ٤,٥٠ = -٠,٠٩$ متراً
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٢٢,٦٦ - ٢٢,٧٥ = -٠,٠٩$ متراً

مثال ٢: القراءات الآتية أخذت على أرض منتظمة الانحدار إلى أعلى:
 ٢,٣٠ - ١,٨٣ - ١,١٣ - ٠,٨٦ - ٣,٨٠ - ٣,٢٢ - ٢,٩٨ - ٢,٠٤ - ١,١٨ - ٢,٩٥ - ٢,٢٤ - ١,٨٧ - ٠,٨٥ - ٠,٠٢ فإذا كان منسوب النقطة الأولى هو ١٥,١٨ فعين منسوب آخر نقطة بحيث يمكن التحقق من مناسيب جميع النقط الأخرى.

الحل:

بما أن الأرض منحدرية إلى أعلى بانتظام فإن قراءات القامة سوف تأخذ في النقصان بالتدرج وعندما تنقلب قراءات القامة بالزيادة فجأة فإن

سطح الميزان يكون قد تغير عند هذه القراءة حيث تكون هذه القراءة مؤخرة ويمكن استنتاج أوضاع الميزان المختلفة بنفس الطريقة كما هو مبين بالجدول.

وتدون الميزانية بطريقة الارتفاع والانخفاض حتى يمكن التحقق من مناسيب جميع النقاط

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع		منسوب النقطة
				-	+	
١	٢,٣٠			-	-	١٥,١٨
٢		١,٨٣			٠,٤٧	١٥,٠٠
٣		١,١٣			٠,٧٠	١٦,٣٥
٤	٣,٨٠		٠,٨٦		٠,٢٧	١٦,٦٢
٥		٣,٢٢			٠,٥٨	١٧,٢٠
٦		٢,٩٨			٠,٢٤	١٧,٤٤
٧		٢,٠٤			٠,٩٤	١٨,٣٨
٨	٢,٩٥		١,١٨		٠,٨٦	١٩,٢٤
٩		٢,٢٤			٠,٧١	١٩,٩٥
١٠		١,٨٧			٠,٣٧	٢٠,٣٢
١١		٠,٨٥			١,٠٢	٢١,٣٤
١٢			٠,٠٢		٠,٨٣	٢٢,١٧
			٢,٠٦	-	٦,٩٩	

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $٦,٩٩ = ٢,٠٦ - ٩,٠٥$
 منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٦,٩٩ = ١٥,١٨ - ٢٢,١٧$ مترا
 مجموع الزوائد - مجموع النواقص = $٦,٩٩ = \text{صفر} - ٦,٩٩$

مثال ٣: عند تنفيذ ميزانية على محور مشروع كانت قراءة القامة كما يلي:
 $٢,٠٥ - ٢,٨٢ - (١,٦٦) - ١,١٧ - (١,٧١) - ٢,٠٩ - ٢,٢٩ -$
 $٢,٨٨ - (٣,٢٥) - ٣,٧٢ - ٣,٢١ - (٢,٧٧) - ٢,١١ - (١,٩٩) -$
 $١,٦٦ - ١,٥٠ - ١,٠٨$ وكانت القراءات بين الأقواس مؤخرات منسوب
 النقطة الرابع ٢٠,٠٥. احسب مناسيب النقاط.

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع		منسوب النقطة
				-	+	
١	٢,٠٥			-	-	٢٠,٧١
٢	١,٦٦		٢,٨٢	٠,٧٧		١٩,٩٤
٣	١,٧١		١,١٧		٠,٤٩	٢٠,٤٣
٤		٢,٠٩		٠,٣٨		٢٠,٠٥
٥		٢,٢٩		٠,٢٠		١٩,٨٥
٦	٣,٢٥		٢,٨٨	٠,٥٩		١٩,٢٦
٧		٣,٧٢		٠,٤٧		١٨,٧٩
٨	٢,٧٧		٣,٢١		٠,٥١	١٩,٣٠
٩	١,٩٩		٢,١١		٠,٦٦	١٩,٩٦
١٠		١,٦٦			٠,٣٣	٢٠,٢٩
١١		١,٥٠			٠,١٦	٢٠,٤٥
١٢			١,٠٨		٠,٤٢	٢٠,٨٧
	١٣,٤٣		١٣,٢٧	٢,٤١	٢,٥٧	

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $١٣,٤٣ - ١٣,٢٧ = ٠,١٦$ مجموع الزوائد - مجموع النواقص = $٢,٤١ - ٢,٥٧ = ٠,١٦$ منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٢٠,٨٧ - ٢٠,٧١ = ٠,١٦$

مثال ٤: أجريت ميزانية على محور مشروع مقترح وكانت القراءات كما يلي:

٢,٨٠ - ١,٢٠ - ١,٦٠ - ١,٩٠ - ١,١٠ - ١,٨٠ - ٢,٣٠ - ١,٥٠ -

٣,٣٠ - ١,٤٠ - ١,٨٠ - ١,٦٠ - ٣,٢٠ - ٢,٨٠ - ٣,٢٠ وكميات

النقاط الثانية والخامسة والسادسة والسابعة نقط دوران ومنسوب النقطة الثالثة

٩,٣٠ والمسافة بين النقط متساوية وتساوى ١٠٠ متر وللحكم على دقة

الميزانية سلسلة الميزانية من آخر نقطة على محور المشروع إلى أن وصلنا

إلى روبيير منسوبه ١٢,٠٠ متراً وكانت القراءات كما يلي: ١,٨٠ - ١,٢٠ -

٢,٦٠ - ٢,٣٠ - ١,١٠ - ٠,٦٠ احسب مناسيب النقط ومع حكمك على

دقة الميزانية واحسب منسوب المشروع المقترح وإرتفاع الحفر أو الردم إذا

كان منسوب بداية المشروع ٩ متر ويميل إلى أعلى بنسبة ٠,٠٥٪ ثم ارسـم

قطاع موضحاً منسوب الأرض ومنسوب المشروع

الحل

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع - +	منسوب النقطة	منسوب المشروع	ارتفاع الحفر	عمق الردم
١	٢,٨٠			-	٨,٠٠	٩,٠٠	-	١,٠٠
٢	١,٦٠		١,٢٠	١,٦٠	٩,٦٠	٩,٠٥	٠,٥٥	-
٣		١,٩٠		٠,٣٠	٩,٣٠	٩,١٠	٠,٢٠	-
٤		١,١٠		٠,٨٠	١٠,١٠	٩,١٥	-	٠,٩٥
٥	٢,٣٠		١,٨٠	٠,٧٠	٩,٤٠	٩,٢٠	-	٠,٨٠
٦	٣,٣٠		١,٥٠	٠,٨٠	١٠,٢٠	٩,٢٥	-	٠,٩٥
٧	١,٨٠		١,٤٠	١,٩٠	١٢,١٠	٩,٣٠	١,٨٠	-
٨		١,٦٠		٠,٢٠	١٢,٣٠	٩,٣٥	١,٩٥	-
٩	٣,٢٠			١,٦٠	١٠,٧٠	٩,٤٠	٠,٣٠	-
١٠	٢,٨٠			٠,٤٠	١١,١٠	٩,٤٥	٠,٦٥	-
١١	١,٨٠		٣,٢٠	٠,٤٠	١٠,٧٠	٩,٥٠	٠,٢٠	-
أ	٢,٦٠		١,٢٠	٠,٦٠	١١,٣٠	-	-	-
ب	١,١٠		٢,٣٠	٠,٣٠	١١,٦٠	-	-	-
ج			٠,٦٠	٠,٥٠	١٢,١٠	-	-	-
	١٧,٣٠		١٣,٢٠	٧,١٠	٣,٠٠			

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = $١٣,٢٠ - ١٧,٣٠ = ٤,١٠$

مجموع الزوائد - مجموع النواقص = $٣,٠٠ - ٧,١٠ = ٤,١٠$

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = $٨,٠٠ - ١٢,١٠ = ٤,١٠$

تمارين على الباب السابع

١- من جدول الميزانية التالية أحسب منسوب كل من نقطة أ ونقطة ب

مؤخرات	متوسطات	مقدمات	ملاحظات
٣,٩٢			نقطة أ
١,٤٦		٧,٧٨	
٧,٠٥		٣,٢٧	
	٢,٣٦		نقطة ب
٤,٨١		٠,٨٥	
٨,٦٣		٢,٩٧	
٧,٠٢		٣,١٩	
		٤,٢٨	روبير معلوم

٢- عملت ميزانية طولية وبدأت من نقطة ١ المعلوم منسوبها ٣٠٣,٤٨ متر وأنتهت الميزانية عند نقطة ب وكان منسوبها ٣٢٢,٠٠ متر. ولعمل التحقيق عملت ميزانية في الاتجاه العكسي من ب الى أ وكانت القراءات كما هو مبين في الجدول التالي. أوجد الخطأ في الربط على نقطة أ. وإذا كان طول الميزانية ١٦ كيلو متر فهل هذا الخطأ مسموح به أم لا.

مؤخرات	مقدمات	ملاحظات
٣,٦٨		نقطة ب
٢,٤٣	١٠,٠٢	
٥,٩٠	٩,١٧	
٨,١٦	١,٢٣	
٢,٣٩	٤,٠٥	
٥,٩٧	١١,١٢	
٢,٣٦	٦,٢٨	
	٧,٥١	نقطة أ

٣- لعمل ميزانية بدأت من روبير منسوبه ١٩,٣٥ في إتجاه المشروع حيث كانت قراءات القامة هي: (١,٢٤) - ٢,٠٥ - (١,٦٦) - ١,١٧ - (٢,٧١) - ٢,٠٩ - ٢,٢٩ - ٢,٨٨ - (٣,٢٥) - ٣,٧٢.

القراءات بين الأقواس مؤخرات. دون الأرصاد في جدول حسب مناسيب النقاط.

٤- أخذت القراءات الآتية في ميزانية من روبير منسوبه (-١,٦٤) بقصد إيجاد المناسيب على القطاع الطولى لمحور مشروع من أ إلى ب: ٠,٧٤، (٠,٧٦)، ٠,٤٤، ٠,٧٤، (٢,٨٧)، ٠,٨٤، (٠,٠١)، ٢,٢٤، صفر، ٣,٤٢ والقراءات بين الأقواس مقدمات عين مناسيب النقاط المختلفة في جدول وحقق العمل حسابيا.

٥- أخذت القراءات الآتية بقصد تعيين مناسيب النقاط المختلفة على قطاع طولى فكانت: ٣,٦٥، (٣,١٠)، ٢,١٠، ٢,٧٠، (١,٥٠)، ٢,٨٢، ٢,٣٤، (٣,٢٥)، ٣,٤٨، ٢,١٥، (٠,٣٢)، ٢,٤٧، ٣,٧٥ فإذا كانت القراءات بين الأقواس هي مقدمات وكان منسوب النقطة الرابعة هو (٢,٦٥) مترا عين مناسيب على طول القطاع بطريقة الارتفاع والانخفاض مع تحقيق العمل الحسابي.

٦- أخذت قراءات القامة التالية في ميزانية طولية:

المؤخرات هي: ١,٦٤٦، ٢,١٩٩، ٣,١٦٤، ١,٧٤٤

المتوسطات هي: ٢,٤٢٢، ٣,٤٨٤، ٢,٨٦٤

المقدمات هي: ٣,٥١١، ١,١٧٤، ٢,٢٨٨، ٢,١٦٤

عين مناسيب النقاط المختلفة في جدول الميزانية بطريقة سطح الميزان إذا كان منسوب النقطة الأخيرة هو ٢,٨٧٦ وأن القراءات على النقاط الثانية والثالثة والخامسة متوسطات. حقق العمل الحسابي.

٧- أجريت ميزانية طولية على أرض تنحدر في إتجاه واحد فكانت القراءات هي: ١,٩٥، ١,٢٧، ١,٤٨، ١,٩٨، ٠,١٨، ٢,٨٥

١,٥٠، ١,١٢، ١,٨٤، ١,٢٣، ٢,٩٥، ٠,٠٠، ٢,٣٠

٢,٢٨، ٢,٩٨، ٢,٠٠ فإذا كان منسوب أول نقطة هو (١١,٢٠)

فاحسب مناسيب النقاط الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة علما بأن

النقطة الثانية والرابعة والسادسة والثامنة كانت نقط دوران.

٨- لعمل قطاع طولى كان منسوب أول نقطة في القطاع ٤ متر والمسافة بين

النقط على المحور متساوية ومقدارها ٥٠ متر وكانت قراءات القامة كما

يلى: ١,٤٠ - ١,٦٠ - ٢,٠٠ - ١,٥٠ - ١,٧٠ - ٢,١٠ - ١,٦٠ -

١,٩٠ - ١,٨٠ - ٢,١٠ - ٢,٠٠ حيث نقل الميزان بعد أخذ القراءات الثالثة والسابعة والتاسعة والحادية عشر من نقط القطاع. أحسب مناسيب النقط في جدول بالطريقة التي تمكنك من تحقيق مناسيب نقط المتوسطات. ثم ارسم كروكي يوضح تغير المنسوب في إتجاه هذا القطاع بمقياس رسم مناسب.

٩- أخذت القراءات الآتية بقصد تعيين مناسيب النقط المختلفة للقطاع الطولى أ ب - فكانت: ١,١٤ ، ٢,١٣ ، ١,٩٥ ، ١,٧٨ ، ١,١٠ ، ٢,٣٤ ، ٣,٢٥ ، ٣,٤١ ، ٢,٠١ ، ١,٣٧ ، ٢,٤٣ ، ٢,٧٢ وكانت القراءات الثانية والخامسة والثامنة هي مفدمات ومنسوب النقطة السادسة هو (٨,٦٠). عين مناسيب النقاط بطريقتي سطح الميزان وفرق الارتفاع في جدول واحد وما حكمك على هذه الميزانية إذا كانت المسافة أ ب ٨٠٠ متر ونقطة ب روبير منسوبه ٩,٢٩ متراً.

١٠- لعمل قطاع طولى أخذت القراءات التالية على نقط القطاع: ٢,١٥ ، ٠,٧٥ ، ٣,١٤ ، ١,١٢ ، ٠,١٨ ، ١,٤٣ ، ٢,١٤ ، ٣,٢٢ ، ١,٨٢ ، ٢,٤٥ ، ١,١٣ وكان الميزان قد نقل بعد النقط الثالثة والرابعة والسابعة من نقط المشروع التي تتباعد عن بعضها بمقدار ٣٠ متراً - احسب مناسيب النقط إذا كان منسوب أول نقطة هو ٢٦,٣٨ - ارسم القطاع الطولى مبيناً عليه الأرض الطبيعية وخط الإنشاء لطريق يميل إلى ٠,٥ أعلى منسوب أوله ٢٥,٥٠ - وعين إرتفاع الحفر والردم اللازمين لإتمام هذا الطريق.

١١- عند إجراء ميزانية طولية على قطاع طولى كانت قراءات القامة: ٣,١١ ، ٢,٨٥ ، ١,٩٧ ، ٢,٠٨ ، ٢,٨٥ ، ١,٥٩ ، ١,١٢ ، ٢,٩٥ ، ٠,٨٤ ، صفر ، صفر ، ١,١٨ ، ١,٢٤ ، ٠,٤٤ ، ٠,٢٣ ، ١,١٣ ، ١,٨٧ وكان الميزان قد نقل بعد القراءات الرابعة والسادسة والعاشرة والرابعة عشر عين في جدول للميزانية مناسيب نقط القطاع إذا كان منسوب النقطة الخامسة هو متران تحت سطح البحر - وإذا أريد تسوية هذا القطاع بحيث يميل ٠,٥ ٪ إلى أسفل مع ثبات منسوب النقطة الرابعة في الميزانية - فعين في نفس الجدول إرتفاع الحفر والردم إذا كانت نقط القطاع تتباعد ٤٠ متراً بعضها البعض.

١٢- أخذت القراءات الآتية في ميزانية: ١,٩٧ ، ١,٠٤ ، ٠,٧٠ ، ٠,٤٦ ، ٠,٣١ ، (٠,٢٨) - ١,١٦ ، ٠,٩٢ ، ٠,٧٠ ، ٠,٤٢ ، (٠,١٠) ، ١,١٨ ،

فإذا كانت القراءات بين القوسين مقدمات:

ب- ارسم القطاع بمقياس ١ : ١٠٠٠ الأفقي، ١ : ٥٠ للرأسي.

١- أحسب مناسب النقط بطريقة فرق الارتفاع والانخفاض مع

التحقيق الحسابي وما حكمك على دقة الميزانية.

٢- أحسب إرتفاع الحفر أو الردم إذا منسوب أول الترعة ١٩,٠٠ وتميل إلى أسفل بنسبة ٠,١٪.

١٤- لإيجاد منسوب نقطة بدأت من روبير منسوب ٢٢,٣١ وكانت قراءة

القائمة كالآتي: ٢,٩١ - ١,٨٨ - ١,٢١ - ١,٦٦ - (١,٩١) - ٠,٨٢

١,٨١ - (٢,٢٢) - ٢,٧٥ - ٣,١٢ - (٣,١٤) - فإذا كانت القراءات

بين الأقواس متوسطات. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت بعد ذلك إلى

روبير قريب حيث أحتجت إلى ٣ أوضاع للميزان وكانت قراءتها ٢,١٤

- ٢,٧٥ - ١,٩٨ - ١,٢٣ - ٠,٩٨ - ٠,١٧. أحسب مناسب النقاط

في جدول واحد، وما حكمك على الميزانية إذا كان منسوب الروبير

الأخير ٢١,٠٠ والمسافة المقطوعة أقل من الكيلومتر.

١٥- أخذت قراءات القامة التالية عند عمل ميزانية طولية:

مفصلات: ۰,۰۴ - ۲,۱۹ - ۳,۶۴ - ۰,۴۴

متوسطات: ۱,۴۸ - ۳,۴۸ - ۱,۸۶

مقدمات: ٢,٠١ - ٠,١٧ - ٢,٢٨ - ٢,٠٦
عين مناسب النقط المختلفة بطريقة سطح الميزان إذا كان منسوب النقطة الأولى هو ٢,٨٧٦ وإذا كانت المتوسطات هي النقط الثانية والثالثة والخامسة.

١٦- عملت ميزانية طولية على محور مشروع فكانت القراءات كالآتي:-
١,٩٧ - ٢,٩٨ - ١,١٣ - ١,٣٥ - ٢,٤٥ - ١,٨٧ - ١,٠٥ -
٢,٠٠ - ١,٩٣ - ٢,٠٠ - ٣,٩٤ - ٢,١٦ - ٣,١٧ - ٢,٩٧ -
١,٦٠ - ١,٢٠ - ٢,٦٣ - ٣,٧٤. وكانت النقط الثانية والرابعة والخامسة فقط دوران. ونقل الميزان أيضاً بعد القراءة الثانية عشرة ولإيجاد منسوب أول نقطة سلسلت الميزانية من روبير قريب منسوبه ٣٢,١٥ وأخذت القراءات التالية ١,٢٠ - ١,١٥ - ٢,١٦ - ٣,٠٨ - ١,١٢ - ٢,٠٥ حتى أن وصلت إلى أول نقطة على المشروع. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت الميزانية من آخر نقطة حتى أن وصلت إلى روبير آخر منسوبه ٢٦,٤٨ وكانت القراءات كالآتي:-

١,١٢ - ١,٧٥ - ٢,٠٦ - ٣,٠٦ - أجب على الآتي:-

أ- أحسب مناسب النقط بطريقة فرق الارتفاع والانخفاض مع التحقيق الحسابي.

ب- ما حكمك على دقة الميزانية إذا كانت المسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠٠ متر.

١٧- فى سلسلة لميزانية لم يحتاج الأمر لأخذ متوسطات كانت القراءة كالآتي: ٣,١٢ - ٣,٧١ - ٣,٢٨ - ٢,٧٧ - ١,٧٥ - ١,٩٨ - ٢,١٥ - ٢,٨٩ - ٣,١٢ - ١,٦٨ - ٢,٧٠ - ٢,٩٤ - ٣,٢٧ - ٢,١٨ - ٣,١٧ - ٣,٠٠ - ٣,٥٢ - ٢,١٨ ومنسوب النقطة السابعة ٧٦,٢٥. احسب مناسب النقط فى جدول بطريقة منسوب سطح الميزان مع التحقيق الحسابي.

١٨- أخذت القراءات التالية على القائمة عند عمل ميزانية طولية فكانت: ١,٤١ - ٢,٩٠ - ٣,٠٠ - ٢,٢٠ - ١,٣٠ - ١,٨٠ - ١,٥٠ - ١,٩٠. فإذا تغير وضع الميزان بعد القراءتين الرابعة والسادسة وكان منسوب أول نقطة فى الميزانية (١٦,٠٠). أوجد مناسب النقط المختلفة فى جدول بطريقتين مع تحقيق الحساب.

١٩- أثناء عمل ميزانية أخذت الأرصاد الآتية: ٠,٨٩ - ١,٨٢ - ١,١٥ - ٢,٠٦ - ٢,٢٨ - ٣,١١ - ٢,٧٥ - ٢,٩١ - ٢,٢٧ - ٢,٩٠ - ٢,٣٢ - ٢,٩٨ - ١,٥٣ - ١,٢ من هذه القراءات كانت تلك النقط المأخوذة عند النقطة الرابعة والسادسة والسابعة والتاسعة متوسطات وكان منسوب أول نقطة ١٧,٨٥. أوجد مناسيب النقط المختلفة باستخدام طريقة سطح الميزان.

٢٠- لإيجاد منسوب نقطة بدأت من روبير منسوبه ٢٢,٣١ وكانت قراءة القامة كالآتي: ٠,٨٢ - (١,٩١) - ١,٦٦ - ١,٢١ - ١,٨٨ - ٢,٩١ - ٣,١٤ - (٣,٤٥) - ٣,١٢ - ٢,٧٥ - (٢,٢٢) - ١,٨١ وللحكم على الميزانية سلسلتها بعد ذلك إلى روبير قريب حيث أحتجت إلى ٣ أوضاع للميزان وكانت قراءتها ٢,١٤ - ٢,٧٥ - ١,٩٨ - ١,٢٣ - ٠,٩٨ - ١,١٧. احسب مناسيب النقط في جدول واحد. وما حكمك على دقة الميزانية إذا كان منسوب الروبير الأخير ٢١,٠٠ والمسافة المقطوعة أقل من الكيلو متر.

٢٢- أثناء عمل قطاع طولى كانت قراءات القامة كالآتي:

الوضع الأول للميزان	١,٢٨ - ١,٩٤ - ٢,٢٥
الوضع الثانى	٢,٧٤ - ٢,١٢
الوضع الثالث	١,٨٤ - ١,٢٢ - ٠,٨٧ - ١,٠٠
الوضع الرابع	٠,٥٢ - ١,٢٨
الوضع الخامس	١,١٢ - ١,٨٨ - ٢,٤١

المسافات بين النقط الأربع الأولى متساوية كل منها ٤٠ متر وبعد ذلك تساوى ٣٠ متر. وكان منسوب النقطة الرابعة ٨٥,٣٠ متر بين الأرصاد فى جدول مع حساب مناسيب النقط وارسم كروكى للقطاع بمقياس رسم مناسب.

٢٢- أثناء عمل قطاع طولى بدأت من روبير قريب من أول المشروع منسوبه ٣٨,٤٠ متر سلسلت الميزانية إلى أن وصلت إلى أول نقطة فى القطاع حيث احتجت إلى القراءات التالية: ١,٢٢ - ١,٨٨ - ٣,٠٩ - ١,٧٥ - ١,٢٨ - ١,٧١ بدون متوسطات وابتداء من أول القطاع كانت القراءات ١,٩٩ - ١,٦٥ - ١,٣٢ - ١,١٢ - ١,٠١ - ١,٨٢ - ١,٧١ - ٢,٠٦ - ٢,٤٥ - ٢,٧٩ - ٣,١٧ - ٣,٥٤ حيث أخذت فى كل وضع للميزان متوسطتين المسافات بين نقط الدوران ١٤٠ متر وبين

المتوسطات وبعضها ٤٠ متر. احسب مناسيب النقط في جدول وارسم القطاع بمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ للمسافات ١ : ٥٠ للارتفاعات - وقع على الرسم نفسه محور المشروع الذى ينحدر إلى أسفل بنسبة ٠,٥ % ومنسوب آخر نقطة فيه هو منسوب سطح الأرض الفعلى عند هذه النقطة.

٢٣- عند إنشاء ترعة لرى الأراضى المستصلحة أجريت الميزانية الطولية بين نقطتى أ ، ب وكانت المسافة بين موضع القامة ثابتة وتساوى ٢٥ متر والقراءات على القامة كالآتى: ١,٥٠ - ٢,٧٥ - ٢,٥٥ - ٢,٩٠ - ١,٧٠ - ١,٠٣ - ٣,٩٥ - ١,٣٨ - ٣,٥٤ - ٠,٣٣ - ٣,٤٧ - ٣,٠٥ - ١,٣٨. فإذا كانت النقط الثالثة والخامسة والسابعة نقط دوران ومنسوب النقطة الرابعة ٤,٠٠ متر تحت سطح البحر المطلوب:

١- حساب مناسيب النقط في جدول مع عمل التحقيق الحسابى.
٢- رسم القطاع الطولى للأرض ومحور التربة إذا كان منسوب أول التربة هو منسوب النقطة الأولى ومحورها يميل بمقدار ٠,٢٥ % إلى أسفل.

٢٤- أجريت الميزانية الطولية بين نقطتين س ، ص لعمل ماسورة مياه وكانت المسافة بين النقط الثابتة تساوى ٢٠ متر والقراءات على القامة كالآتى: ٠,٣٣ - ٢,٣٨ - (٣,١٩) - ٠,٤٩ - ١,٩١ - (٣,٤٩) - ٣,٣٧ - ٠,١٤ - (٤,٠٠) - ١,٣٧ - (١,٢٢) - ٢,٣٤ - ١,٩٩ - (٣,٨٩) - ١,٠٥ فإذا كانت القراءات بين الأقواس مؤخرات ومنسوب النقطة السادسة ١٠,٠٠ مم فوق سطح البحر.

المطلوب:

١- حساب مناسيب جميع النقط مع التحقيق الحسابى.
٢- رسم القطاع الطولى من س إلى ص مبيناً عليه ارتفاع الردم وعمق الحفر أى كان منسوب أول الماسورة هو منسوب النقطة الأولى ومحورها يميل بمقدار ٢ % إلى أسفل. مقياس الرسم للمسافات ($\frac{1}{1000}$) والرأسى ($\frac{1}{100}$).

الباب الثامن
حسابات مكعبات
الحفر والردم

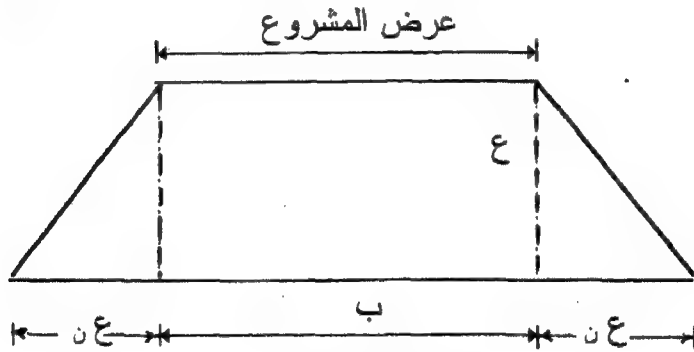
الباب الثامن

حسابات مكعبات الحفر والردم

٨-١- حساب المكعبات من القطاعات الطولية:

نحتاج الى إستعمال هذه الطريقة فى عمليات إنشاء الترع والمصارف والطرق والكبارى وفيها يمكن عمل قطاعات (طولية وعرضية) فى الأرض وتوقيع خط المشروع (المحور) عليها وتحديد مناطق الحفر والردم. بعد الإنتهاء من رسم وتوقيع القطاعات الطولية والعرضية يمكن تقسيم القطاع الى عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعين عرضيين مع إعتبار أن الأرض منتظمة الميل ويمكن حساب المكعبات بطريقة المنشور المجسم.

وبلاحظ فى معظم المشروعات وخصوصا الزراعية منها أن المقطع العرضى لأية مشروع يكون على هيئة شبه منحرف وليس مستطيلا. لأن أى مقطع للأرض لابد أن يأخذ الشكل الطبيعى للأرض بعد الإستخدام مثل مقطع التربة أو مقطع الطرق فإنه يأخذ شكل شبه منحرف وهذا ما يسمى بالميل الجانبية للمشروع على مدى تماسك التربة ونوعية إستخدامه. والميل الجانبية تكتب فى صورة نسبة بين رقمين مثل (١ : ن) والرقم الأول يمثل الإرتفاع الرأسى والثانى يمثل المسافة الأفقية أو بمعنى آخر أن كل وحدة إرتفاع رأسى تقابلها ن من الوحدات للمسافة الأفقية. كما فى شكل (٨-١).



شكل (٨-١)

ولإيجاد مساحة شبة المنحرف بهذا الشكل فإنه يستخدم هذا القانون

$$\text{مساحة القطاع} = \frac{\text{ب} + (\text{ب} + \text{ع} \times \text{ن})}{2} \times \text{ع} = \text{ع} (\text{ب} + \text{ع} \times \text{ن})$$

حيث:

ب = عرض القطاع أو عرض المشروع

ع = ارتفاع الحفر أو الردم

ن = الرقم الأفقى للميول الجانبية من العلاقة (١ : ن).

وفى حالة ما إذا كانت الميول الجانبية لا تأخذ شكل العلاقة (١ : ن) فإنه يمكن تعديل هذه النسبة بعملية حسابية سهلة حتى تكون فى النهاية تأخذ الوحدة فى هذه العلاقة. فمثلا إذا كانت الميول الجانبية المعطاه هى (٢ : ٣) فإنه يجب قبل التعويض فى العلاقة السابقة يجب أن تكون (١ : $\frac{2}{3}$) وهكذا.

ومن المعادلة السابقة لحساب مساحة القطاع يمكن حساب مقطع المشروع عند جميع النقط التى على المشروع معتمدا على إرتفاع ع وهو إرتفاع الحفر أو الردم المطلوب وبعد ذلك يمكن حساب حجم أتربة الحفر الناتجة أو حجم أتربة الردم اللازمة لأية مسافة بين قطاعين متتاليين:

$$\text{حجم الأتربة بين قطاعين} = \frac{\text{مساحة القطاع ١} + \text{مساحة القطاع ٢}}{2} \times \text{المسافة بينهما.}$$

وإذا كانت المسافات متساوية بين القطاعات وكان هناك مجموعة متتالية من القطاعات كلها حفر أو كلها ردم فيمكن إيجاد حجم الأتربة على النحو التالى:

حجم الأتربة

$$= \left(\frac{\text{مساحة القطاع الأول} + \text{مساحة القطاع الثانى}}{2} \right) + \text{مجموع المساحات للقطاعات المتوسطة.}$$

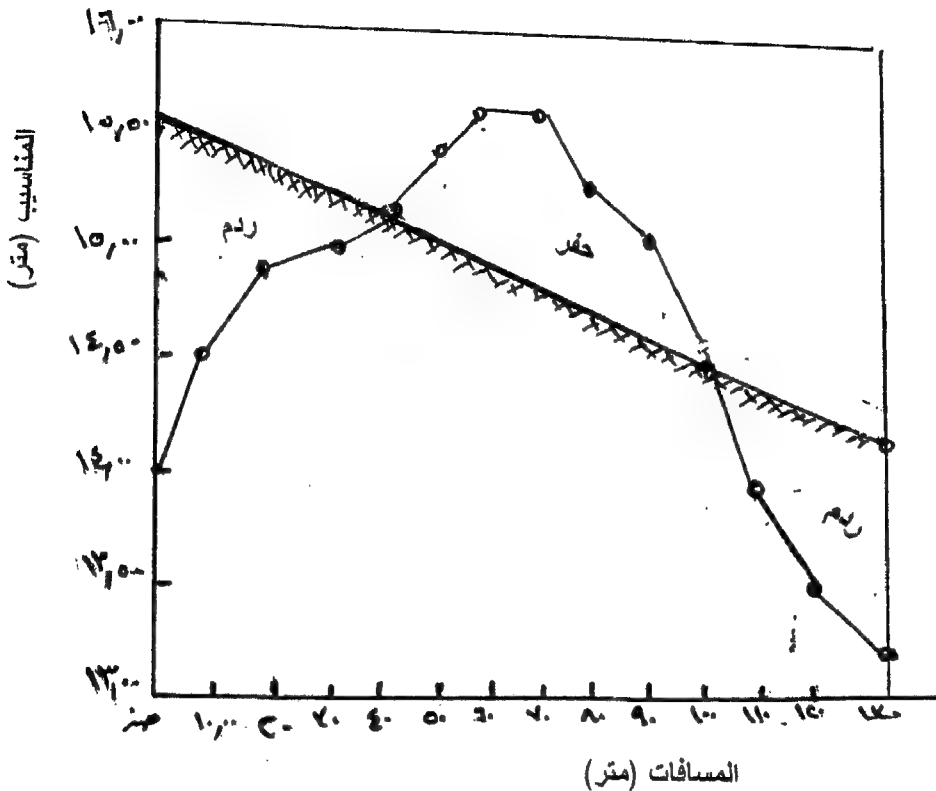
عند حساب حجم الأتربة يجب أخذ الملاحظات الآتية فى الاعتبار:

- ١- كمية الأتربة المحفورة تزيد بمقدار ٢٠٪ نظرا لأنفاس التربة عند الحفر بمعنى أن كمية الأتربة الناتجة من الحفر تساوى ١,٢٠ من حجم الحفر المحسوب.
- ٢- كمية الأتربة اللازمة للردم تزيد بمقدار ١٠٪ نظرا لكبس التربة عند الردم بمعنى أن كمية الأتربة اللازمة للردم تساوى ١,١٠ من حجم الردم المحسوب. وهذه المعاملات تختلف بتغير نوع التربة

مثال ١: عملت ميزانية طولية على محور مشروع وكانت مناسيب النقاط كالتالى: ١٤,٨٠ ، ١٤,٥٠ ، ١٤,٨٠ ، ١٤,٩٠ ، ١٥,١٠ ، ١٥,٣٠ ، ١٥,٥٠ ، ١٥,٥٠ ، ١٥,٢٠ ، ١٥,٠٠ ، ١٤,٥٠ ، ١٤,٠٠ ، ١٣,٥٠ ، ١٣,٢٠ والمسافات بين النقاط متساوية وتساوى ١٠ متر. وبداية منسوب المشروع المقترح ١٥,٥٠ ويميل الى أسفل بنسبة ١٪ وعرض المشروع ٢٠ متر والميول الجانبية ١ : ٣. احسب مكعبات الحفر أو الردم اللازمة.

الحل:

رسم القطاع الطولى وكتابة البيانات السابقة كما فى الجدول التالى:



رقم النقط	مسافات	مناسيب	منسوب المشروع	ارتفاع حفر	ردم
١	صفر	١٤,٠٠	١٥,٥٠	١,٥٠	-
٢	١٠	١٤,٥٠	١٥,٤٠	٠,٩٠	-
٣	٢٠	١٤,٨٠	١٥,٣٠	٠,٥٠	-
٤	٣٠	١٤,٩٠	١٥,٢٠	٠,٣٠	-
٥	٤٠	١٥,١٠	١٥,١٠	صفر	صفر
٦	٥٠	١٥,٣٠	١٥,٠٠	-	٠,٣٠
٧	٦٠	١٥,٥٠	١٤,٩٠	-	٠,٦٠
٨	٧٠	١٥,٥٠	١٤,٨٠	-	٠,١
٩	٨٠	١٥,٢٠	١٤,٧٠	-	٠,٦٠
١٠	٩٠	١٥,٠٠	١٤,٦٠	-	٠,٤٠
١١	١٠٠	١٤,٥٠	١٤,٥٠	صفر	صفر
١٢	١١٠	١٤,٠٠	١٤,٤٠	٠,٤٠	-
١٣	١٢٠	١٣,٥٠	١٤,٣٠	٠,٨٠	-
١٤	١٣٠	١٣,٢٠	١٤,٢٠	١,٠٠	-

ثم حساب مساحة كل قطاع كالآتي:

$$\begin{aligned}
 \text{مساحة القطاع رقم ١} &= ١,٥٠ = (٣ \times ١,٥٠ + ٢٠) \times ٣٦,٧٥ \text{ متر مربع.} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٢} &= ٩٠ = (٣ \times ٠,٩٠ + ٢٠) \times ٢٠,٤٣ \text{ متر مربع.} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٣} &= ٥٠ = (٣ \times ٠,٥٠ + ٢٠) \times ١٠,٧٥ \text{ متر مربع.} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٤} &= ٣٠ = (٣ \times ٠,٣٠ + ٢٠) \times ٦,٢٧ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٥} &= \text{صفر} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٦} &= ٣٠ = (٣ \times ٠,٣٠ + ٢٠) \times ٦,٢٧ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٧} &= ٦٠ = (٣ \times ٠,٦٠ + ٢٠) \times ١٣,٠٨ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٨} &= ٧٠ = (٣ \times ٠,٧٠ + ٢٠) \times ١٥,٤٧ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ٩} &= ٦٠ = (٣ \times ٠,٦٠ + ٢٠) \times ١٣,٠٨ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ١٠} &= ٤٠ = (٣ \times ٠,٤٠ + ٢٠) \times ٨,٤٨ \text{ متر مربع} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ١١} &= \text{صفر} \\
 \text{مساحة القطاع رقم ١٢} &= ٤٠ = (٣ \times ٠,٤٠ + ٢٠) \times ٨,٤٨ \text{ متر مربع}
 \end{aligned}$$

مساحة القطاع رقم ١٣ = ٨٠ (٣ × ٨٠ + ٢٠) = ١٧,٩٨ متر مربع
مساحة القطاع رقم ١٤ = ١٠٠ (٣ × ١٠٠ + ٢٠) = ٢٣,٠٠ متر مربع

حجم الردم فى الجزء الأول =

$$١٠ (٣٦,٧٥ + \frac{\text{صفر}}{٢} + ٢٠,٤٣ + ١٠,٧٥ + ٦,٢٧) \times ١,١$$

$$= ٦١٤,٠٧٥ \text{ متر}^٣$$

حجم الحفر فى الجزء الثانى =

$$١,٢ \times (٨,٤٨ + ١٣,٠٨ + ١٥,٤٧ + ١٣,٠٨ + ٦,٢٧ + \frac{\text{صفر}}{٢} + \frac{\text{صفر}}{٢})$$

$$= ٧٩٦,٥٦ \text{ متر مكعب}$$

حجم الردم فى الجزء الثالث =

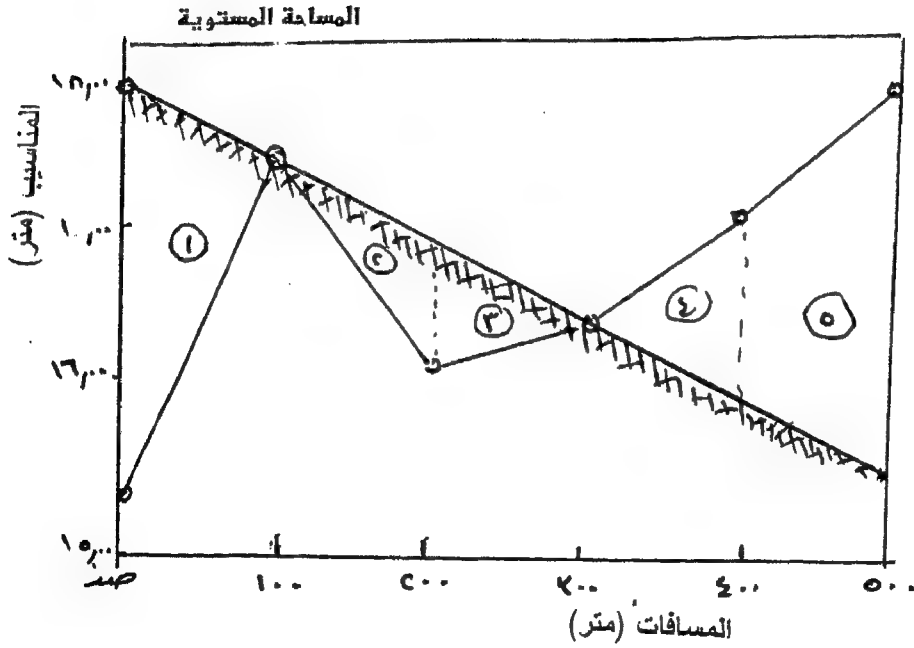
$$١٠ (\frac{\text{صفر}}{٢} + ٢٣,٠٠ + ٨,٤٨ + ١٧,٩٨) \times ١,١ = ٤١٦ \text{ متر مكعب}$$

$$\text{حجم الأتربة اللازمة} = (٦١٤,٠٧٥ + ٤١٦,٩٠٠) - ٧٩٦,٥٦ = ٢٣٤,٤١٥ \text{ متر مكعب.}$$

مثال ٢: عملت ميزانية طولية على محور طريق على مسافات متساوية كل منها ١٠٠ متر وكانت نتائج الميزانية هي: ١٥,٤، ١٧,٥، ١٦,٣٠، ١٦,٥٠، ١٧,٢٠، ١٨,٠٠ متر، كان منسوب أول الطريق ١٨,٠٠ متر وميل محوره الى أسفل بمقدار ٠,٥ ٪ وعرض الطريق ٨,٠٠ متر والميل على الجانبين هو ٢ : ٣ والمطلوب: رسم القطاع ومحور المشروع بمقياس رسم مناسب وحساب ارتفاع الردم وعمق الحفر وكمية الأتربة الناتجة من الحفر أو اللازمة للردم.

الحل:

- نرسم القطاع الطولى وذلك بمقياس رسم ١ : ٥٠٠ على الأفقى
١ : ٥٠٠ على الرأسى ثم نوقع محور المشروع.



يحسب القطاعات عند النقط المختلفة كالآتي:

١

مساحة القطاع = ع (ب + ع ن)

ب = عرض المشروع = ٨ متر

ن = (الميل الجانبي ٢ : ٣) = ١,٥

القطاع ١ عند المسافة صفر وإرتفاعه = ٢,٦ متر.

مساحته = ٢,٦ (١,٥ × ٢,٦ + ٨) = ٣٠,٩٤ متر مربع

القطاع ٢ عند المسافة ١٠٠ إرتفاعه = صفر

مساحته = صفر

القطاع ٣ عند المسافة ٢٠٠ إرتفاعه = ٠,٧٠ متر

مساحته = ٠,٧ (١,٥ × ٠,٧ + ٨) = ٦,٣٣ متر مربع

القطاع ٤ عند المسافة ٣٠٠ إرتفاعه = صفر

مساحته = صفر

القطاع ٥ عند المسافة ٤٠٠ إرتفاعه = ١,٢ متر

مساحته = ١,٢ (١,٥ × ١,٢ + ٨) = ١١,٧٦ متر مربع

القطاع ٦ عند المسافة ٥٠٠ إرتفاعه = ٢,٥٠ متر

مساحته = ٢,٥ (١,٥ × ٢,٥ + ٨) = ٢٩,٣٧٥ متر مربع

- تحسب حجوم الحفر والردم.

- حجم الجزء الأول (ردم)

$$= \frac{ع}{٢} (٠.٢ + ٠.٠) = \frac{١٠٠}{٢} (٣٠.٩٤ - \text{صفر}) = ١٥٤٧ \text{ متر مكعب}$$

- حجم الجزء الثانى (ردم)

$$= \frac{ع}{٢} (١.٢ + ٠.٢) = \frac{١٠٠}{٢} (٦.٣٣ + \text{صفر}) = ٣١٦.٥ \text{ متر مكعب}$$

- حجم الجزء الثالث (ردم)

$$= \frac{ع}{٢} (١.٢ + ٠.٢) = \frac{١٠٠}{٢} (٦.٣٣ + \text{صفر}) = ٣١٦.٥ \text{ متر مكعب}$$

- حجم الجزء الرابع (حفر)

$$= \frac{ع}{٢} (١.٢ + ٠.٢) = \frac{١٠٠}{٢} (١١.٧٦ + \text{صفر}) = ٥٨٨ \text{ متر مكعب}$$

- حجم الجزء الخامس (حفر)

$$= \frac{ع}{٢} (١.٢ + ٠.٢) = \frac{١٠٠}{٢} (٢٩.٣٧٥ + ٦.٣٣) = ١٧٨٥.٢٥ \text{ متر مكعب}$$

مجموع مكعبات الردم = ١٥٤٧ + ٣١٦.٥ + ٣١٦.٥ = ٢١٨٠ متر مكعب

مجموع مكعبات الحفر = ٥٨٨ + ١٧٨٥.٢٥ = ١٩٤٣.٤٥ متر مكعب

الكمية الناتجة من الحفر = ١٩٤٣.٤٥ × ١.٢ = ٢٣٣٢.١٤ م^٣الكمية المطلوبة للردم = ٢١٨٠ × ١.١ = ٢٣٩٨.٠٠ م^٣

يلاحظ أن كمية الأتربة الناتجة من الحفر أقل من كمية الأتربة اللازمة للتربة.

الكمية اللازمة للردم = ٢٣٩٨.٠٠ - ٢٣٣٢.١٤ = ٦٥.٨٦ م^٣

٨-٢- مكعبات الحفر والردم من الميزانية الشبكية

٨-١-١- تسوية الأراضي على منسوب معلوم

إذا كان لدينا قطعة أرض ويراد تسويتها على منسوب واحد، فإن هناك احتمال أن نجرى عمليات حفر أو عمليات ردم أو عمليات حفر و ردم في نفس الوقت لاجراء التسوية المطلوبة.

ولحساب حجم الحفر أو الردم بفرض أن فروق الارتفاعات لهذه القطعة عند أركان المستطيل هي ١ع ، ٢ع ، ٣ع ، ٤ع، فيكون لدينا متوازي المستطيلات الناقص مساحة قاعدته هي مساحة القطعة المستطيلة (م) وبذا يكون الحجم:

$$ح = م \left(\frac{١ع + ٢ع + ٣ع + ٤ع}{٤} \right)$$

وإذا كانت مساحة الأرض كبيرة فإنها تنقسم إلى مجموعة من المستطيلات أو المربعات على غرار الميزانية الشبكية وتوجد مناسيب أركان المستطيلات أو المربعات التي قسمت إليها القطعة، ولو فرض في هذه الحالة أن العملية كلها حفر أو كلها ردم فنعين أولاً ارتفاع كل ركن من أركان المستطيلات عن منسوب المستوى المطلوب التسوية عليه ويكون الحجم الكلي للحفر أو الردم

$$ح = \frac{م}{٤} (١ع + ٢ع + ٣ع + ٤ع + \dots)$$

حيث م مساحة المستطيل أو المربع الواحد.

١ع = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في جزء واحد.

٢ع = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في جزعين (أى التي تكرر في الحساب مرتين).

٣ع = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في ثلاث اجزاء

٤ع = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في أربع أجزاء

مثال ١: قطعة أرض طولها ١٥٠ متراً وعرضها ٥٠ متراً عملت لها ميزانية شبكية بنقسيمها الى مستطيلات وعينت مناسيب الأركان لكل من المستطيلات، والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على منسوب (٥,٠٠).

الحل:

يلاحظ أن مناسيب الأركان أكبر من ٥,٠٠ متر (منسوب التسوية المطلوب) لذلك نحتاج إلى عملية حفر فقط
 يتبين في الشكل مناسيب الأركان أيضا ارتفاعات الحفر اللازم عندها (الأرقام بين الأقواس) ولحساب الحجم لمكعبات الحفر نلاحظ أن الارتفاعات تتكرر أما مرة واحدة أو مرتين أو أربعة مرات عند الحساب وبذا فإن:

(٢,٠٠)	(١,٠٠)	(١,٥٠)	(١,٧٠)
٧,٠٠	٦,٠٠	٦,٥٠	٦,٧٠
٥,٥٠			٧,٠٠
(٠,٥٠)	٥,٨٠	٥,٠٠	(٢,٠٠)
	(٠,٨٠)	(صفر)	
٦,٥٠	٥,٦٠	٥,٠٠	٦,٠٠
(١,٥٠)	(٠,٦٠)	(صفر)	(١,٠٠)

٤ع	٣ع	٢ع	١ع
صفر	-	١,٥٠	١,٧٠
٠,٨٠	-	١,٠٠	٢,٠٠
	-	٢,٠٠	١,٠٠
		٠,٥٠	١,٥٠
		صفر	
		٠,٦٠	
٠,٨٠	صفر	٥,٦٠	٦,٢٠

$$\text{ويكون الحجم ح} = \frac{م}{٤} (١ع + ٢ع + ٣ع + ٤ع + \dots)$$

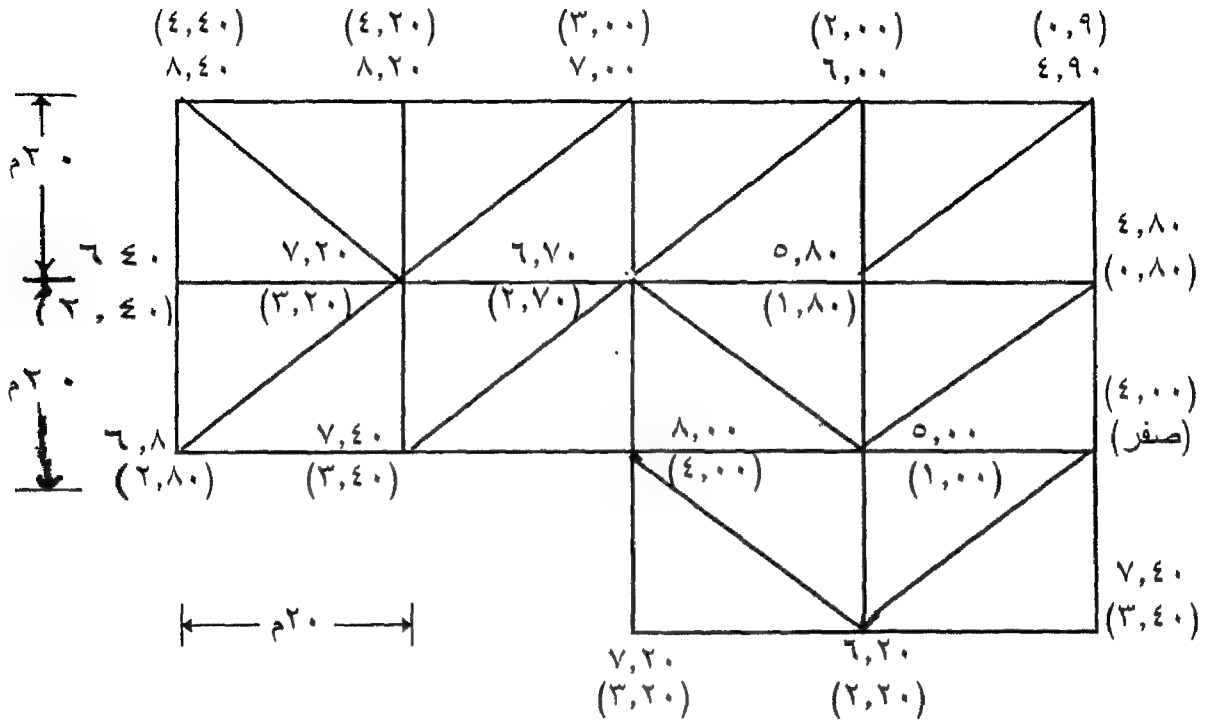
$$م = \text{مساحة القطعة المستطيلة} = ٥٠ \times ٢٥ = ١٢٥٠ م^٢$$

حجم الأتربة الناتجة من الحفر =

$$= \frac{1250}{4} (6,2 + 2 \times 0,6 - 3 \times \text{صفر} + 4 \times 0,8 + 1,2 \times 7725) = 7725 \text{ م}^3$$

ملحوظة: أحيانا تكون طبيعة سطح الأرض داخل المستطيل أو المربع الواحد متغيرة بحيث لا يمكن اعتبار ان نقط الأركان تقع على سطح مستوى واحد، لذلك وللحصول على نتائج أدق تقسم الأرض إلى مثلثات وذلك بتوصيل أقطار المربعات أو المستطيلات المقسمة إليها القطع، ويجب علينا أن نختار القطر المطابق لسطح الأرض أكثر من غيره - ويحسن كل قسم على حده باعتبار انه متوازي مستطيلات مثلثي ناقص.

مثال ٢: قطعة أرض كالمبينة الشكل عينت مناسيب أركانها ووصلت الأقطار المطابقة لسطح الأرض والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على منسوب (٦,٠٠)



١ع	٢ع	٣ع	٤ع	٥ع	٦ع	٧ع
٣,٤٠	٠,٩	٢,٠٠	٤,٠٠	١,٨٠	١,٠٠	٢,٧٠
٣,٢٠	٤,٢	٣,٠٠	٢,٢٠			٣,٢٠
	٤,٤	٠,٨٠				
	٢,٤	صفر				
	٢,٨	٣,٤٠				
٦,٦٠	١٤,٧	٩,٢٠	٦,٢٠	١,٨٠	١,٠٠	٥,٩٠

$$\text{الحجم المطلوب} = \frac{\text{مساحة الجزء} (١ع + ٢ع + ٣ع + ٤ع + ٥ع + ٦ع + ٧ع)}{٣}$$

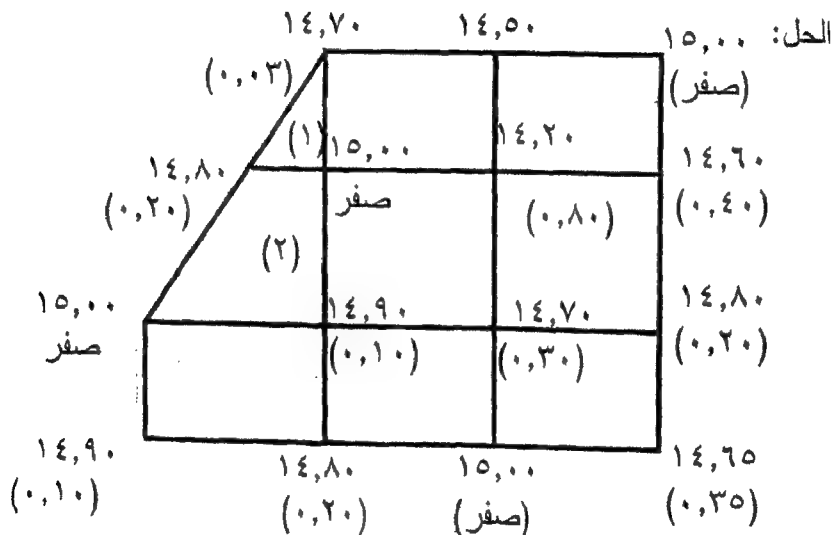
$$\text{مساحة الجزء (المثلث)} = \frac{٢٥ \times ٢٥}{٢} = ٣١٢,٥ \text{ متر مربع}$$

$$\text{حجم الأتربة} = \frac{٣١٢,٥}{٣} \times (٥ + ٦,٢٠ \times ٤ + ٩,٢٠ \times ٣ + ١٤,٧ \times ٢ + ٦,٦٠) \\ ٥,٩٠ \times ٧ + ١,٠٠ \times ٦ + ١,٨٠ \times$$

$$= \frac{٣١٢,٥ \times ١٤٤,٧٠}{٣} = ١٥٠٧٢,٩١ \text{ متر مكعب.}$$

$$\text{حجم الأتربة الناتجة من الحفر} = ١٨٠٨٧٥ \text{ م}^٣ = ١,٢ \times ١٥٠٧٢,٩١$$

مثال ٣: احسب مكعبات الردم اللازم لتسوية قطعة الأرض الميينة فى الشكل على منسوب (١٥,٠٠)



يلاحظ أن مناسيب الأركان أقل من منسوب التسوية لذلك فالأرض محتاج إلى ردم.

مكعبات الردم = مكعبات الردم. النسبة للمربعات + مكعبات ردم المثلث (١)
+ مكعبات ردم شبه المنحرف (٢)

أولاً: مكعبات الردم بالنسبة للمربعات:

$$س = ٢٠ \times ٢٠ = ٤٠٠ \text{ متر مربع}$$

١ع	٢ع	٢ع	٣ع
صفر	٠,٤٠	٠,١٠	٠,٨٠
٠,٣٥	٠,٢٠		٠,٣٠
٠,١٠	صفر		
صفر	٠,٢٠		
٠,٣٠	صفر		
	٠,٥٠		
٠,٧٥	١,٣٠	٠,١٠	١,١٠

$$\therefore \text{مكعبات الردم بالنسبة للمربعات} = \frac{س}{٤} (١ع + ٢ع + ٢ع + ٣ع)$$

$$= \frac{٤٠٠}{٤} [(١,١٠ \times ٤) + (٠,١٠ \times ٣) + (١,٣٠ \times ٢) + (٠,٧٥)]$$

$$= ١٠٠ (٤,٤٠ + ٠,٣٠ + ٢,٦٠ + ٠,٧٥)$$

$$= ٨٠٥ \times ١٠٠ =$$

$$٨٠٥ \text{ متر مكعب}$$

$$= (١) \left(\frac{٢٠ \times ١٠}{٢} \right) \left(\frac{٠,٢٠ + \text{صفر} + ٠,٣٠}{٣} \right)$$

$$= \frac{٠,٥٠}{٣} \times ١٠٠ = ١٦,٦٧ \text{ متر مكعب}$$

$$= (٢) \text{ مكعبات ردم شبه المنحرف} = \left(\frac{٠,٢٠ + \text{صفر} + ٠,١٠ + \text{صفر}}{٤} \right) \left(٢٠ \times \frac{٢٠ \times ١٠}{٢} \right)$$

$$= ٢٢,٥٠ \text{ متر مكعب}$$

$$\text{مجموع مكعبات الردم} = ٨٠٥ + ١٦,٦٧ + ٢٢,٥٠ = ٨٤٤,١٧ \text{ م}^٣$$

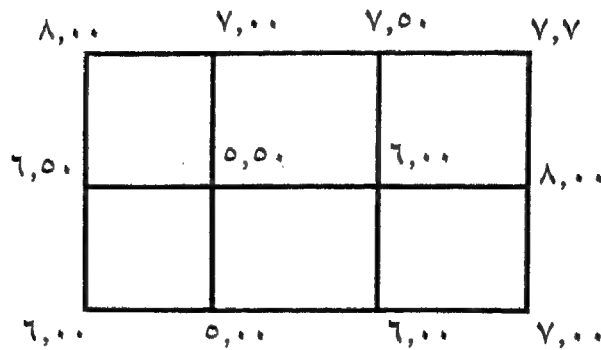
$$\text{كمية الأتربة اللازمة للردم} = ١,١ \times ٨٤٤,١٧ = ٩٢٨,٥٨٧ \text{ م}^٣$$

ثانياً: إذا كان مطلوب عمليات حفر وردم

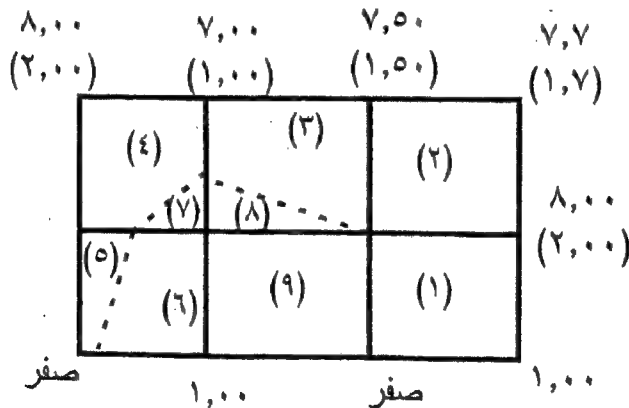
وإذا كانت المنطقة المطلوبة تسويتها لها جزء حفر وآخر ردم فيجب أولاً أن نعين الحد الفاصل بين الردم أى يجب أن نحسب خط الكونتور الذى يمر بالنقط التى منسوبها يساوى منسوب التسوية.

مثال ١: قطعة أرض طولها ١٢٠ متراً وعرضها ٦٠ متراً عملت لها ميزانية شبكية بتقسيمها الى ستة مستطيلات ٤٠×٣٠ وعينت مناسيب أركانها. والمطلوب هو تسوية هذه النقطة على منسوب (٦,٠٠) وإيجاد كميات الحفر والردم اللازمة.

الحل



قبل البدء فى حساب الحجم حددت نقط صفر حفر ردم بالنسبة والتناسب وهى خط كنتور ٦,٠٠ متر. كما فى الشكل التالى:



ويلاحظ هنا أن الإجراءات ١، ٢، ٣، ٤، ٥ حفر والأجزاء ٦، ٧، ٨، ٩ ردم
كميات الحفر = ح^١ + ح^٢ + ح^٣ + ح^٤ + ح^٥

$$ح^١ = ٤٠ \times ٣٠ = \left(\frac{١ + ٢,٠٠ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٤} \right) ٩٠٠ \text{ متر}^٢$$

$$ح^٢ = ٤٠ \times ٣٠ = \left(\frac{٢,٠٠ + ١,٧ + ١,٥ + \text{صفر}}{٤} \right) ١٥٦٠ \text{ متر}^٢$$

$$ح^٣ = ٤٠ \times \frac{٢٠ + ٣٠}{٢} = \left(\frac{١,٥٠ + ١,٠٠ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٤} \right) ٦٢٥ \text{ متر}^٢$$

$$ح^٤ = \left(\frac{٢٠ \times ١٠}{٢} - ١٢٠٠ \right) = \left(\frac{٠,٥ + ٢,٠٠ + ١,٠٠ + \text{صفر}}{٥} \right) ٧٠٠ \text{ م}^٢$$

$$ح^٥ = \frac{٣٠ \times ٢٠}{٢} = \left(\frac{٠,٥ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٣} \right) ٥٠ \text{ متر}^٢$$

$$\text{كميات الحفر} = ٩٠٠ + ١٥٦٠ + ٦٢٥ + ٧٠٠ + ٥٠ = ٣٨٣٥ \text{ متر}^٢$$

$$\text{كمية الأتربة الناتجة من الحفر} = ١,٢ \times ٣٨٣٥ = ٤٦٠٢ \text{ متر}^٢$$

$$\text{كميات الردم} = ح^١ + ح^٢ + ح^٣ + ح^٤ + ح^٥$$

$$ح^١ = ٣٠ \times \frac{٤٠ + ٢٠}{٢} = \left(\frac{٠,٥ + \text{صفر} + \text{صفر} + ١,٠٠}{٤} \right) ٣٣٧,٥ \text{ م}^٢$$

$$ح^٢ = \frac{٢٠ \times ١٠}{٢} = \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠}{٣} \right) ١٦,٦٧ \text{ م}^٢$$

$$ح^٣ = \left(\frac{٤٠ \times ١٠}{٢} \right) = \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠}{٣} \right) ٣٣٣,٣ \text{ م}^٢$$

$$ح^٤ = ٤٠ \times ٣٠ = \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠ + ١,٠٠}{٤} \right) ٤٥٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{كميات الردم} = ٣٣٧,٥ + ١٦,٦٧ + ٣٣٣,٣ + ٤٥٠ = ٨٣٧,٤٧ \text{ م}^٢$$

$$\text{كمية الردم اللازمة} = ١,١ \times ٨٣٧,٤٧ = ٩٢١,٢١٧ \text{ م}^٢$$

٨-٤-٢- تسوية الأراضي لأغراض الزراعة

من الموضوعات الهامة والتطبيقية للمساحة هو حساب المناسيب الواجب تسوية الأراضي عليها لأعدادها للزراعة ومن ثم حساب كميات الحفر والردم اللازمة بأقل تكاليف ممكنه. وهناك عدة طرق مستخدمة لحساب تسوية الأراضي تتوقف على نوع النسوية المطلوبة وعلى شكل الأرض بعد التسوية هل سيكون افقيا او ينحدر فى اتجاه واحد او اتجاهين متعامدين، ويتطلب فى هذه الحالة تحديد منسوبية التسوية.

لتحديد منسوبية التسوية يحسب أولا مركز المساحة. فى حالة المناطق المنتظمة الشكل كأى تكون على شكل مربع أو مستطيل فإن مركز المساحة يكون هو نقطة تقاطع القطرين. أما فى حالة المساحة المثلثية فإن مركز المساحة يكون هو نقطة تلاقى المتوسطات للمثلث. أما فى حالة الأشكال الأخرى فيمكن تقسيمها الى مستطيلات ومثلثات ثم أخذ عزوم المساحات ومن ثم يمكن إيجاد مركز المساحة للمنطقة كلها. وعموما فإننا سوف نكتفى هنا بالمساحات المربعة والمستطيلة.

- حساب متوسط منسوب التسوية:

يتم حساب متوسط منسوب التسوية (ع) وذلك بجمع مناسيب جميع النقط فى الشبكة ثم قسمتها على عددها.

$$ع = \frac{\text{مجموع مناسيب الشبكة}}{\text{عدد النقط}}$$

ومتوسط منسوب التسوية هذا هو بمثابة منسوب مركز المساحة. وتعرف طريقة التسوية على منسوب مركز المساحة (متوسط منسوب التسوية) بطريقة استصلاح الأراضي.

أولاً: طريقة استصلاح الأراضي:

فى هذه الطريقة يكون المطلوب تسوية الأرض على المنسوب المتوسط وتتلخص الطريقة فيما يلى:

١- نعمل للمنطقة المراد تسويتها ميزانية شبكية بتقسيمها الى مجموعة من المربعات والمستطيلات وإيجاد مناسيب أركان هذه المربعات أو المستطيلات.

- ٢- تحديد مركز المساحة.
- ٣- يحسب المنسوب المتوسط للتسوية على اساس أنه المنسوب المتوسط من جميع مناسيب أركان الشبكة.
- ٤- يحسب عمق الحفر أو ارتفاع الردم عند كل نقطة من نقط الشبكة وذلك بمقارنة منسوب أى نقطة بمنسوب متوسط التسوية، فإذا كان منسوب النقطة أعلى من منسوب التسوية كان المطلوب حفر بمقدار الفرق بين المنسوبين، أما إذا كان منسوب التسوية أعلى من منسوب النقطة كان المطلوب إجراء ردم بمقدار فرق المنسوبين.
- ٥- يحسب عدد النقط التى سيتم فيها حفر لإجراء التسوية وكذلك عدد النقط التى سيتم فيها ردم.
- ٦- تحسب مساحة المنطقة كلها وكذلك مساحة الجزء الذى سيتم فيه الحفر والجزء الذى سيتم فيه الردم. من المعادلات الآتية:

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{\text{عدد نقط الحفر}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = \frac{\text{عدد نقط الردم}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

- ٧- يحسب متوسط عمق الحفر ومتوسط إرتفاع الردم من المعادلات الآتية:

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{\text{أعماق الحفر}}{\text{عدد نقط الحفر}}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{\text{ارتفاعات الردم}}{\text{عدد نقط الردم}}$$

- ٨- يحسب كميات الأتربة اللازمة للردم وكميات الأتربة الناتجة من الحفر:

$$\text{حجم كميات الردم} = \text{مساحة الردم} \times \text{متوسط ارتفاع الردم.}$$

$$\text{حجم كميات الحفر} = \text{مساحة الحفر} \times \text{متوسط عمق الحفر.}$$

- ٩- يحسب متوسط مكعبات التسوية ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية.

مثال ١: قطعة أرض المبينة بالشكل أبعادها ١٢٠ × ١٥٠ متر يراد تسويتها بطريقة استصلاح الأراضي

٦,٦٨	٦,٧٦	٦,٨٢	٦,٩٨	٧,١٤	١
٦,٣٨	٦,٥٢	٦,٦٨	٦,٩٠	٦,٩٨	٢
٦,٢٢	٦,٣٨	٦,٥٢	٦,٢٢	٦,٣٨	٣
٥,٠٦	٦,٢٢	٦,٣٧٨	٦,٢٨	٦,٢٢	٤
٥,٩٢	٦,٠٦	٦,٢٢	٦,١٠	٦,٠٠	٥
٥,٧٦	٥,٩٠	٥,٠٦	٥,٩٢	٥,٨٦	٦
هـ	د	ج	ب	أ	

● مركز المساحة

مركز المساحة يبعد عن الحد الأيسر للمساحة بمسافة ٦٠ متر وعن الحد الأسفل بمسافة ٧٥ متر.

$$\text{المنسوب المتوسط} = \frac{\text{مجموع مناسيب النقاط}}{\text{عدد النقاط}} = ٦,٢٩ \text{ متر}$$

رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٥,٨٦		٠,٤٣	١٦	٦,٣٨	٠,٠٩	
٢	٥,٩٢		٠,٣٧	١٧	٦,٢٢		٠,٠٧
٣	٥,٠٦		٠,٨٦	١٨	٦,٥٢	٠,٢٣	
٤	٥,٩٠		٠,٣٩	١٩	٦,٣٨	٠,٠٩	
٥	٥,٧٦		٠,٥٣	٢٠	٦,٢٢		٠,٠٧
٦	٦,٠٦		٠,٢٣	٢١	٦,٩٨	٠,٦٩	
٧	٦,١٦		٠,١٣	٢٢	٦,٩٠	٠,٦١	
٨	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٣	٦,٦٨	٠,٣٩	
٩	٦,٠٦		٠,٢٣	٢٤	٦,٥٢	٠,٢٣	
١٠	٥,٩٢		٠,٣٧	٢٥	٦,٣٨	٠,٠٩	
١١	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٦	٧,١٤	٠,٨٥	
١٢	٦,٢٨		٠,٠١	٢٧	٦,٩٨	٠,٦٩	
١٣	٦,٣٨	٠,٠٩		٢٨	٦,٨٢	٠,٥٣	
١٤	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٩	٦,٧٦	٠,٤٧	
١٥	٥,٠٦		٠,٨٦	٣٠	٦,٦٨	٠,٣٩	
						٥,٤٤	٤,٧٦

عدد نقط الحفر = ١٤

عدد نقط الردم = ١٦

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{١٤}{٣٠} \times ١٥٠ \times ١٢٥ = ٨٧٥٠ \text{ متر}^٢$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = \frac{١٦}{٣٠} \times ١٥٠ \times ١٢٥ = ١٠٠٠٠ \text{ متر}^٢$$

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{٥,٤٤}{١٤} = ٠,٣٨٩ \text{ متر}$$

$$\text{متوسط إرتفاع الردم} = \frac{٤,٧٦}{١٦} = ٠,٢٩٧٥ \text{ متر}$$

$$\text{كميات الحفر} = ٠,٣٨٩ \times ٨٧٥٠ = ٣٤٠٣,٧٥ \text{ متر}^٣$$

$$\text{كميات الردم} = ٠,٢٩٧٥ \times ١٠٠٠ = ٢٩٧٥ \text{ متر}^٣$$

$$\text{متوسط مكعبات التسوية} = \frac{٢٩٧٥ + ٣٤٠٣,٧٥}{٢} = ٣١٨٩,٣٧٥ \text{ متر}^٣$$

مثال ٢: قطعة أرض أبعادها ٢٥٠ × ٢٠٠ م أجريت لها ميزانية شبكية بغرض تسويتها وكانت أضلاع مربعات الشبكة بطول ٥٠ متر. أحسب منسوب التسوية المتوسطة ومقدار ارتفاعات الحفر أو الردم عند كل نقطة ومقدار ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية، وذلك إذا كانت مناسب نقاط الشبكة كالآتي:

٢,٠٣	٢,٠٥	٢,٤٢	٢,٠٢	٢,١٢
٣,٢٧	٣,١٢	٢,٥٢	٢,٢٨	٢,٢١
٢,٨٥	١,٧٤	٢,٤٤	٢,٢٠	٢,٤٠
٢,٣٨	٢,٢٢	٢,١٢	٢,٢٦	٢,١٠
٢,٥٢	٢,٤٤	١,٩٨	١,٨٨	٢,١٠
٢,٧٩	٢,٧٤	٢,٢٨	١,٨٤	٢,٨٥

الحل:

الجدول التالي يبين مناسيب الأرض عند النقاط المختلفة ومنه غير المنسوب المتوسط للتسوية، وفي الجدول عينت ارتفاعات الحفر أو الردم.

رقم القطعة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٢,٤٠	٠,٠٦		١٦	٢,١٠		٠,٢٤
٢	٢,٢٠		٠,١٤	١٧	١,٨٨		٠,٤٦
٣	٢,٤٤	٠,١٠		١٨	١,٩٨		٠,٣٦
٤	١,٧٤		٠,٦٠	١٩	٢,٤٤	٠,١٠	
٥	٢,٥٨	٠,٢٤		٢٠	٢,٥٢	٠,١٨	
٦	٢,٠٠		٠,٣٤	٢١	٢,٢١		٠,١٣
٧	٢,٣٦	٠,٠٢		٢٢	٢,٢٨		٠,٠٦
٨	٢,١٢		٠,٢٢	٢٣	٢,٥٢	٠,١٨	
٩	٢,٢٢		٠,١٢	٢٤	٣,١٢	٠,٧٨	
١٠	٢,٣٨	٠,٠٤		٢٥	٣,٢٧	٠,٩٣	
١١	٢,٨٥	٠,٥١		٢٦	٢,١٢		٠,٢٢
١٢	١,٨٤		٠,٥٠	٢٧	٢,٠٢		٠,٣٢
١٣	٢,٢٨		٠,٠٦	٢٨	٢,٤٢	٠,٠٨	
١٤	٢,٧٤	٠,٤٠		٢٩	٢,٠٥	٠,٢٩	
١٥	٢,٧٩	٠,٤٥		٣٠	٢,٢٤	٠,١٠	
					٧٠,١٠	٤,٤٦	٣,٧٧

$$\text{متوسط المنسوب بعد التسوية} = \frac{٧٠,٢}{٣٠} = ٢,٣٤$$

من الجدول: عدد نقط الحفر = ١٦

عدد نقط الردم = ١٤

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{١٤}{٣٠} \times ٢٥٠ \times ٢٠٠ = ٢٣٣٣٣,٣$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = \frac{١٦}{٣٠} \times ٢٥٠ \times ٢٠٠ = ٢٦٦٦٦,٦ \text{ متر}^٢$$

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{٤,٤٦}{١٦} = ٠,٢٧٩ \text{ متر}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{٣,٧٧}{١٤} = ٠,٢٦٩ \text{ متر}$$

$$\text{مكعبات الحفر} = ٠,٢٧٩ \times ٢٣٣٣٣,٣٣ = ٦٥١٠ \text{ متر}^٣$$

$$\text{مكعبات الردم} = ٠,٢٦٩ \times ٢٦٦٦٦,٦ = ٧١٧٣,٣ \text{ متر}^٣$$

$$\text{متوسط مكعبات التسوية} = \frac{٧١٧٣,٣ + ٦٥١٠}{٢} = ٦٨٤١,٦ \text{ م}^٣$$

$$\text{متوسط ما يخص كل فدان} = \frac{٤٢٠٠ \times ٦٨٤١,٦}{٢٥٠ \times ٢٥٠} = ٥٧٤,٧ \text{ م}^٣$$

ثانياً: طريقة تسوية الأرض على ميول محددة:

فى بعض الأحيان تسوى الأرض بحيث يكون سطحها بعد التسوية مائلاً فى اتجاه معين وأفقى فى الاتجاه العمودى وأحياناً مائلاً فى الاتجاهين المتعامدين وذلك لتحسين طرف المياه بعد الرى وبمثل ما اتبع فى الطريقة السابقة تحمل للمنطقة ميزانية شبكية بغرض تعيين مناسيب الأرض الطبيعية عند نقط الشبكة المختلفة.

وخطوات حساب التسوية فى هذه الحالة تتلخص فيما يلى:

١- نوجد مركز المساحة (المركز الهندسى لشكل قطعة الأرض المطلوب تسويتها).

٢- نحسب منسوب التسوية لمركز المساحة وليكن ع م حيث:

$$\text{ع م} = \frac{\text{مجموع مناسيب سطح الأرض}}{\text{عدد النقاط}}$$

٣- نمرر بمركز النقل محورين متعامدين يعينان اتجاه ميل الأرض. بمعلومية انحدار الأرض فى كل اتجاه منهما تحسب مناسيب التسوية لنقطة الشبكة المختلفة ابتداء من نقطة مركز النقل: ثم نعين ارتفاعات الردم واعماق الحفر بمقدار منسوب سطح الأرض الطبيعية عند كل منسوب التسوية. والمثال التالى وضح الخطوات الحسابية للتسوية.

مثال: قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها ١٨٠×٣٥٠ مترا قسمت الى مستطيلات بأبعاد ٦٠×٧ متر، عملت لها ميزانية شبكية ويراد تسويتها بميل الى أسفل من الشمال الى الجنوب مقداره ١: ٢٥٠ ومن الغرب الى الشرق بميل ١: ٥٠ الى اعلى. أوجد مقدار الحفر والردم كل نقطة من النقط إذا كانت مناسيب الأركان هي:

٣,٦	٧,٦	٤,١	٨,٧	٤,٢	٦,٢
٤,٥	٢,٢	٣,١	٢,٤	٧,٧	٤,٤
٣,٢	٨,٠	٧,٠	٦,٢	٦,٠	٦,٤
٥,١	١,٦	٨,٦	٤,٦	٨,١	١,١

الحل:

مركز ثقل القطعة هو مركز المستطيل أى يبعد على الحافة ٩٠ متر وعن الحافة ١٧٥ متر ومنسوبه هو متوسط جميع مناسيب الأركان، أى أن:

$$\text{منسوب المركز: } = \frac{١٢٤,٦}{٢٤} = ٥,٢٠ \text{ مترا}$$

ثم تحسب مناسيب باقى النقط مع الأخذ فى الاعتبار مقدار الميل فى الإتجاهين والجدول التالى يبين مناسيب الأرض الطبيعية. ومناسيب التسوية للنقط المختلفة وكذلك ارتفاعات الحفر والردم عند كل نقطة.

الباب الثامن (حسابات مكعبات الحفر والردم)

رقم النقطة	منسوب النقطة	منسوب التسوية	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب النقطة	منسوب التسوية	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٦,٢٠	٩,٠٦		٢,٨٦	١٣	٦,٤	٨,٥٨		٢,١٨
٢	٤,٤	٧,٦٦		٣,٢٦	١٤	٦,٠	٧,١٨		١,٨٨
٣	٨,٧	٦,٢٦	٢,٤٤		١٥	٦,٢	٥,٧٨	٠,٤٢	
٤	٤,١	٤,٨٠		٠,٧٩	١٦	٧,٠	٤,٣٨	٢,٦٢	
٥	٧,٦	٣,٤٦	٤,١٤		١٧	٨,٠	٢,٩٨	٥,٠٢	
٦	٣,٦	٢,٠٦	١,٥٤		١٨	٣,٢	١,٥٨	١,٦٢	
٧	٤,٤	٨,٨٢		٤,٤٢	١٩	١,١	٨,٣٤		٧,٢٤
٨	٧,٧	٧,٤٢	٠,٢٢		٢٠	٨,١	٦,٩٤	١,١٦	
٩	٢,٤	٦,٠٢		٣,٦٢	٢١	٤,٦	٥,٥٤		٠,٩٤
١٠	٣,١	٤,٦٢		١,٥٢	٢٢	٨,٦	٤,١٤	٤,٤٦	
١١	٢,٢	٣,٢٢		١,٠٢	٢٣	١,٦	٢,٧٤		١,١٤
١٢	٤,٥	١,٨٢	٢,٦٨		٢٤	٥,١	١,٣٤	٣,٨٦	

عدد نقاط الحفر = ١٢

عدد نقاط الردم = ١٢

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{١٢}{٢٤} \times ١٨٠ \times ٣٥٠ = ٣١٥٠٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = \frac{١٢}{٢٤} \times ١٨٠ \times ٣٥٠ = ٣١٥٠٠ \text{ م}^٢$$

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{٣٣,٢٨}{١٢} = ٢,٧٧٣ \text{ م}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{٣٠,٨٧}{١٢} = ٢,٦٥٧٥ \text{ م}$$

$$\text{مكعبات الحفر} = ٢,٧٧٣ \times ٣١٥٠٠ = ٨٧٣٦٠ \text{ متر}^٣$$

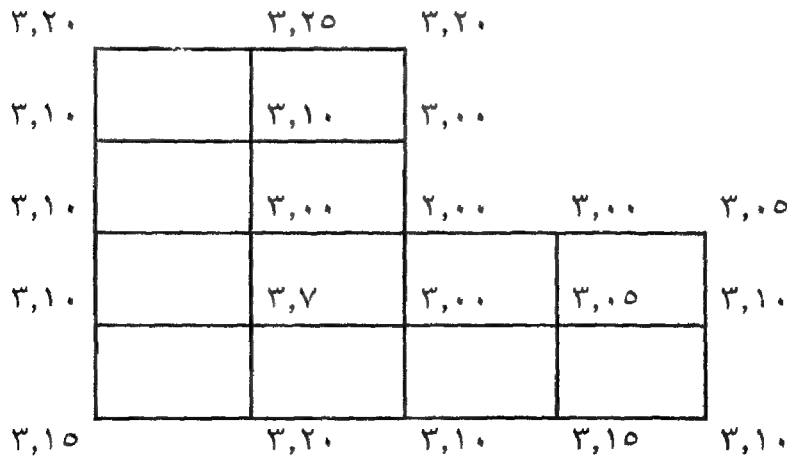
$$\text{مكعبات الردم} = ٢,٦٥٧٥ \times ٣١٥٠٠ = ٨٣٧١١,٢٥ \text{ متر}^٣$$

$$\text{متوسط مكعبات التسوية} = \frac{٨٣٧١١,٢٥ + ٨٧٣٦٠}{٢} = ٨٥٥٣٦,٦٢٥ \text{ متر}^٣$$

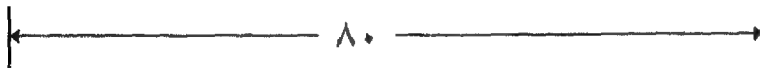
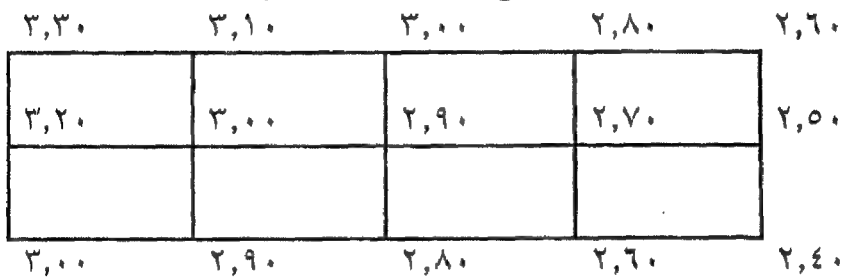
$$\text{ما يخص الفدان} = \frac{٤٢٠٠ \times ٨٥٥٣٦,٦٢٥}{١٨٠ \times ٣٥٠} = ٥٧٠٢,٤٤ \text{ متر}^٣ / \text{فدان}$$

تمارين على الباب الثامن

١- عملت ميزانية شبكية لقطعة أرض مقسمة إلى مربعات ١٠×١٠ متر كما هو موضح بالرسم. احسب مكعبات الحفر أو الردم الناتجة إذا كان المطلوب التسوية على منسوب ٣,٠٠ متر.



٢- قطعة أرض كالمبينة بالشكل. المطلوب حساب مكعبات الحفر أو الردم الناتجة إذا كان المطلوب التسوية على منسوب ٣,٠٠ متر.



٣- عند إجراء ميزانية شبكية بين رؤوس مستطيلات (٦٠×٤٠ متر) كانت النتائج هي:

الصف الأول	١,٣٠	٢,٧٠	١,٦٠	٣,١٠	٣,٦	٢,٣٠
الصف الثاني	٢,٥	١,٧	٢,٧	١,٤	١,٨	١,٩٠
الصف الثالث	٢,١٠	١,٩٠	٠,٧٠	١,١٠	٢,٣٠	
الصف الرابع	١,٤٠	٢,٥٠	٣,٦٠	١,٨٠	١,٤٠	
الصف الخامس	٣,٠٠	٣,٢٠	٢,٣٠			

فإذا أريد تسوية هذه الأرض حتى منسوب (٤,٠٠) عين كمية الردم اللازمة حتى منسوب (٤,٠٠) عين كمية الردم اللازمة لذلك - وإذا وصلت الأقطار في المستطيلات للحصول على نتائج أدق - فما الفرق الناتج في هذه الحالة.

٤- في المسألة السابقة إذا أريد تسوية هذه الأرض لمنسوب (٢,٠٠) متر، فعين كمية الأتربة الناتجة من الحفر وكمية الأتربة اللازمة للردم.

٥- من أربعة أوضاع للميزان أخذت قراءات القائمة على قطاع طولى لتعيين مناسب النقاط المختلفة فكانت:

الصف الأول	٢,١٥	٣,١٤	١,٧٥
الصف الثاني	٠,٤٣	٢,٨٥	٣,٢٤
الصف الثالث	٠,٢٤	١,٨٥	٢,٧٥
الصف الرابع	٠,٩٥	٣,٢٤	٢,٨٧

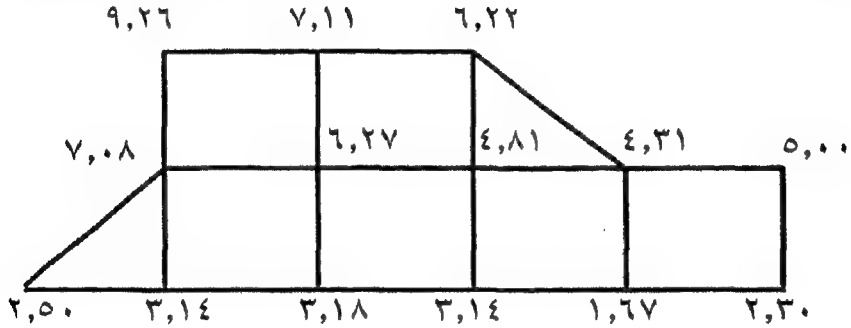
فإذا كان منسوب النقطة الخامسة (١٣,٢٠) متراً - فعين فى جدول للميزانية مناسب نقط القطاع مستعملاً طريقة فرق الارتفاع.

٦- قطعة أرض مستطيلة الشكل طولها ١٥٠ متر وعرضها ٨٠ متر عملت لها ميزانية شبكية وعينت مناسب أركانها كما هو موضح بالشكل - احسب كميات الحفر اللازمة كما إذا كان المطلوب تسويتها على منسوب ٤,٠٠ سنتمتر.

٧- الشكل يبين ميزانية شبكية لقطعة أرض مقسمة إلى مربعات ٥٠ × ٥٠ يراد تسويتها لاستصلاحها. أوجد منسوب التسوية الذى عنده تك كميات الحفر تساوى كميات الردم.

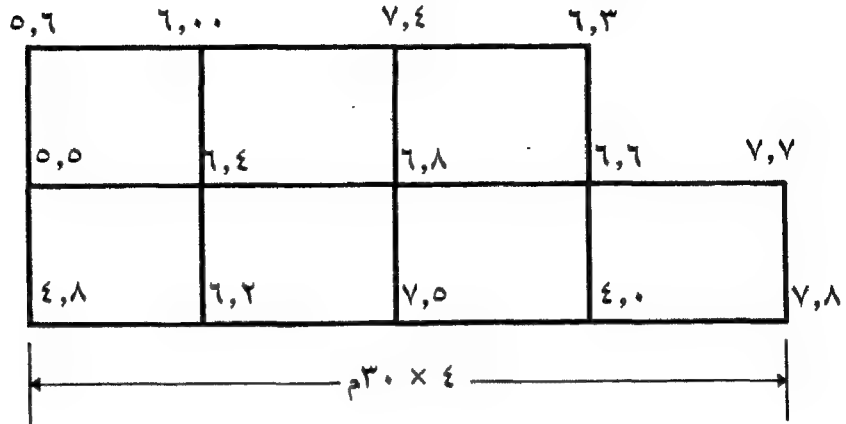
المساحة المستوية

٢٨٠



٨- في المسألة السابقة المطلوب تسوية الأرض على منسوب ٤ متر. احسب كميات الحفر والردم.

٩- المطلوب تسوية قطعة الأرض المبينة بالشكل على منسوب أفقى يساوى ٦,٠٠ متر. احسب كميات الحفر والردم.



الباب التاسع

المساحة التاكيومترية

Tachometry

الباب التاسع

المساحة التاكيومترية

Tachometry

٩-١ - مقدمة:

يتلخص موضوع القياس التاكيومتري في تحديد المسافات الأفقية والأبعاد الرأسية بين النقط المختلفة من واقع أرصاد من جهاز يسمى التاكيومتر بطرق سريعة وبدقة مقبولة دون الالتجاء إلى عملية القياس المباشر. وتعد المساحة التاكيومترية من أهم الطرق الأساسية المتبعة في القياسات الأفقية والرأسية، ومعنى كلمة التاكيومترية هو القياس السريع.

والتاكيومتر عبارة عن جهاز مساحي مجهز بتركيبات خاصة لإيجاد المسافات والارتفاعات بإجراء بعض العمليات الحسابية، وفي بعض الأجهزة يمكن الحصول على المسافات والارتفاعات إما بدون عمليات حسابية على الإطلاق أو بعمليات حسابية بسيطة جداً. ومع التقدم والتطور في صناعة الأجهزة المساحية أمكن الحصول على دقة عالية جداً في القياسات التاكيومترية.

٩-٢ - أغراض المساحة التاكيومترية:

. نستعمل المساحة التاكيومترية في أغراض كثيرة أهمها:

- ١- رفع وبيان التفاصيل الطبوغرافية للمناطق المتسعة كمناطق التشجير ومصدات الرياح ومناطق استصلاح الأراضي
- ٢- عمل خرائط كونتريّة خاصة في الأراضي غير المستوية (ذات الطبوغرافية الوعرة) حيث يصعب استحصال القياس المباشر.
- ٣- التوقيع المبدئي للأعمال الهندسية وعمل القطاعات الطولية وكذلك تستعمل في المساحة الهيدروغرافية وفي تعيين معدلات الانحدارات للمشاريع الممتدة.
- ٤- قياس أطوال المضلعات حيث تحسب أطوال أضلاعها مع قياس الزوايا بين هذه الأطوال من موضع رصد واحد.

٩-٣- نظريات المساحة التاكيومترية:

ويمكن استنتاج وتحديد المسافة الأفقية بين النقطة المثبت فوقها الجهاز المستعمل وأى نقطة أخرى معلومة وكذلك منسوب هذه النقطة الأخيرة بالنسبة لمستوى سطح الجهاز (أو تحديد فرق المنسوب) من واقع المعلومات التالية:

١- الزاوية المقاسة بواسطة الجهاز والمقابلة لمسافة صغيرة معروفة عند النقطة المعلومة (وهذه الزاوية إما أفقية أو رأسية ويطلق عليها زاوية البرالاكس) والمسافة الصغيرة تعرف (بالقاعدة) أو (المسافة المقطوعة) وهى تتنوع بتنوع الطرق والأجهزة المستخدمة، فيمكن أن تكون إما مسافة مقطوعة على قامة رأسية أو مسافة أفقية على قامة أفقية عند نقطة الهدف أو على نفس الجهاز.

٢- زاوية ارتفاع أو انخفاض النقطة عن موقع الجهاز، وزاوية البرالاكس يمكن أن تكون ثابتة أو متغيرة حسب نوع الجهاز والطريقة المستعملة.

والأساس الرياضى للتاكيومترية هو تكوين مثلثات فراغية فى مستوى رأسى أو أفقى نحصل منها على المسافة وفرق المنسوب بين طرف الخط المقاس.

٩-٤- طرق وأجهزة المساحة التاكيومترية:

هى الطرق التى تكون فيها القاعدة عند وضع الهدف، وزاوية البرالاكس عند موضع الرصد. وتتميز طرق هذه المجموعة بأن دقتها عالية وهى:-

١- طرق شعرات القياس (شعرات الأستاذيا) (Stadia Hair).

٢- طريقة الظلال: (Tangent Method).

٣- طريق قضيب الأنفار (Subtense Bar).

٤- طريقة منشور المسافة (Subtense Wedge)

٩-٤-١- طريقة شعرات الأستاذيا (Stadia Hair System)

تعتبر طريقة شعرات الأستاذيا من أسهل الطرق وأكثرها استعمالاً خاصة فى الأعمال التفصيلية الى لا تتطلب "دقة عالية" وإن كانت دقتها محدودة نظراً لتنوع الأخطاء.

فى هذه الطريقة يستعمل تاكيومتر يزود دليله بشعرتين أفقيتين إضافيتين أعلى وأسفل الشعرة الأفقية الأساسية (عادة أقصر منها فى الطول) وعلى بعدين متساويين من الشعرة الوسطى. ويطلق على هاتين الشعرتين اسم (شعرتى الأستاذيا). ومعظم التيودوليتات العادية وألبداد البلانشيطة والميزان مجهزة بمثل هذه الشعرات. ويستعمل مع التاكيومتر قامة عادية مدرجة كالمستعملة فى الميزانية.

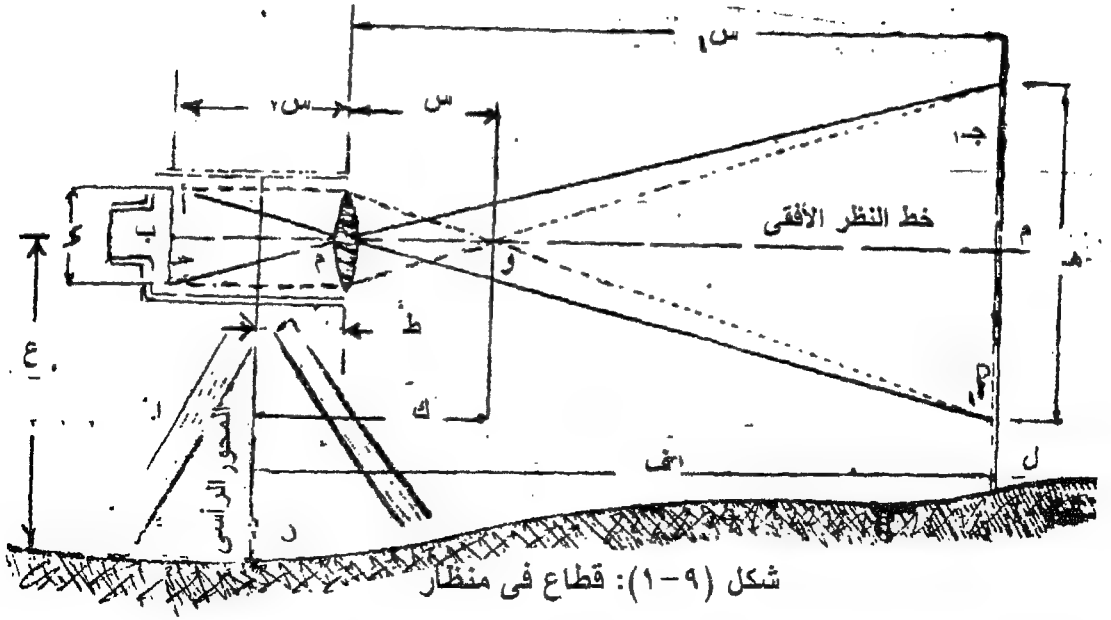
وفى طريقة شعرات الأستاذيا تؤخذ الأرصاد والقراءات اللازمة لتعيين بعد وارتفاع نقطة بتوجيه منظار الجهاز مرة واحدة إلى قامة راسية موضوعة فوق هذه النقطة، ثم تؤخذ قراءتا القامة عند شعرتى الأستاذيا ومنها يمكن حساب المسافة بين محور المنظار وموقع القامة، على ابعاد مختلفة من المنظار فإن الجزء المقطوع على القامة والمحصور بين شعرتى الأستاذيا يتغير تبعاً لذلك، ويتوقف مقداره على بعد القامة من الجهاز وبذا فإن الجزء المقطوع على القامة يعتبر مقياساً للبعد بين القامة والجهاز وزاوية البرالاكس فى هذه الحالة ثابتة القيمة.

حساب المسافة والبعد الرأسى:

١- حالة النظرات الأفقية:

وهى الحالة التى لا يكون فيها زوايا ارتفاع أو انخفاض ويكون فيها المنظار أفقياً أى خط النظر أفقياً، أما الحالة العامة فالمنظار فيها يكون مائلاً ويتطلب الأمر حينئذ قياس زاوية ارتفاع أو انخفاض خط النظر عن الاتجاه الأفقى.

ويوضح شكل (٩-١) قطاع فى منظار بإحدى الأجهزة التاكيومترية والأشعاعات الساقطة على العدسة العينية والشينية على القامة حيث:



- م: المركز البصرى للعدسة الشيئية
 أ، ج: شعرتا الأستاديا
 ب: الشعرة الأفقية الوسطية
 أ، ب، ج: قراءات الشعرات .
 س: البعد البؤرى للشيئية .
 س_١: المسافة الأفقية بين القامة والمركز البصرى للشيئية.
 س_٢: البعد الأفقى بين مركز الشيئية ومستوى حامل الشعرات.
 ط: البعد الأفقى بين المركز البصرى للشيئية والمحور الرأسى للدوران
 هـ: المسافة المقطوعة على القامة بين شعرتى الأستاديا = أ ج

المثلثان أ م ج، أ م ج مشابهان:

$$\begin{aligned} (١-٩) \quad & \frac{هـ}{د} = \frac{س_١}{س_٢} \\ (٢-٩) \quad & \frac{١}{س_٢} + \frac{١}{س_١} = \frac{١}{س} \end{aligned}$$

حيث س_١، س_٢ بعدان لبؤرتين متبادلتين للشيئية.

وبضرب المعادلة (٢-٩) في س_١ س ينتج.

$$س_١ = س + \frac{س_١}{س} \cdot س \quad (٣-٩)$$

وبتعويض قيمة: $\frac{س_١}{س}$ من المعادلة (١-٩) في المعادلة (٣-٩) ينتج:

$$س_١ = س + س \cdot \frac{هـ}{د} \quad (٤-٩)$$

وبإضافة الثابت (ط) إلى كل من الطرفين ينتج أن:

$$س_١ + ط = ط + (س + ط) + هـ \cdot \frac{س}{د} \quad (٥-٩)$$

$$ف = هـ \times ث + ك \quad (٦-٩)$$

حيث: ث = الثابت التاكيومتري = $\frac{س}{د}$ ،

$$ك = \text{الثابت الإضافي} = (س + ط)$$

والثابت التاكيومتري ث عادة يكون رقماً صحيحاً مناسباً (١٠٠، ٢٠٠ ، ٥٠٠) والثابت الإضافي (ك) يتراوح عادة بين ٣٠، ٦٠ سنتيمتر حسب نوع الجهاز.

وتحدد المسافة الأفقية من العلاقة الآتية

المسافة الأفقية = الفرق بين قراءتي شعرتي الأستاذيا ×
الثابت التاكيومتري + الثابت الإضافي

$$ف = ث \times هـ + ك \quad (٧-٩)$$

أما منسوب نقطة القامة فيحسب من العلاقة الآتية:

منسوب نقطة القامة = منسوب نقطة الجهاز + ارتفاع الجهاز
- قراءة الشعرة الوسطى

$$\text{منسوب ل} = \text{منسوب ن} + ع - ب_١ \quad (٨-٩)$$

٢- النظرات المائلة:

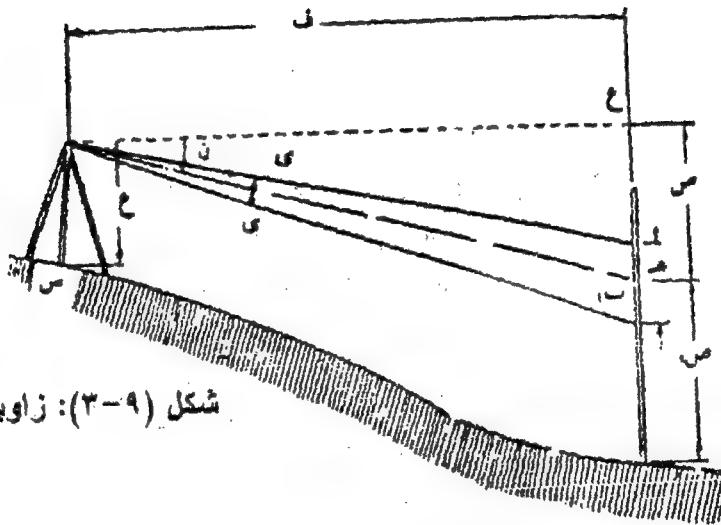
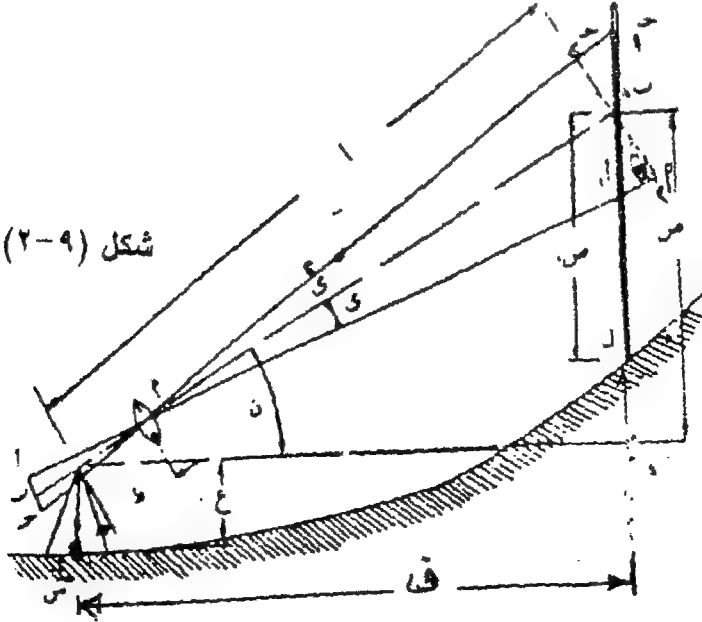
في هذه الحالة تؤخذ الأرصاد التالية:

١- قراءات الشعرات الثلاث على القامة.

٢- زاوية ارتفاع أو انخفاض خط النظر عن الأفقى أثناء الرصد على القامة (ن).

ويوضح شكل (٢-٩) الوضع عند زاوية الارتفاع وشكل (٣-٩) الوضع عند زاوية الإنخفاض.
حيث:

شكل (٢-٩): زاوية ارتفاع



شكل (٣-٩): زاوية إنخفاض

م = المسافة المائلة بين المحور الرأسى للجهاز وبين ب، نقطة تقاطع خط النظر مع القامة.

ص = البعد الرأسى بين سطح الجهاز ونقطة ب،

وتحسب المسافة الأفقية ف كالآتى:

$$ف = هـ \left(\frac{س}{د} \right) \text{ جتا } ن + ط \text{ جتا } ن$$

$$ف = ث. هـ \text{ جتا } ن + ك. \text{ جتا } ن \quad (٩-٩)$$

ولإيجاد منسوب نقطة القامة (ل) تحسب قيمة ص:

$$ص = ف \text{ ظا } ن$$

$$ص = (ث. هـ \text{ جتا } ن + ك. \text{ جتا } ن) \text{ ظا } هـ$$

$$= ث. هـ \text{ جتا } ن. \frac{\text{جان}}{\text{جتا } ن} + ك. \text{ جتا } ن. \frac{\text{جا هـ}}{\text{جتا } ن}$$

$$ص = ث. هـ. \text{ جتا } ن \text{ جان} + ك. \text{ جان}$$

$$\text{جتا } ن. \text{ جان} = \frac{١}{٢} \text{ جان} + \frac{١}{٢} \text{ جا صفر}$$

$$ص = \frac{١}{٢} \text{ ث. هـ جان} + ك. \text{ جان} \quad (١٠-٩)$$

ويمكن إيجاد منسوب نقطة القامة (فى حالة زاوية الارتفاع) من العلاقة الآتية:

$$\text{منسوب نقطة القامة} = \text{منسوب نقطة الجهاز} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} \\ + ص - \text{قراءة الشعرة الوسطى (ص)}$$

ولإيجاد منسوب نقطة القامة (فى حالة زاوية الإنخفاض) تستخدم العلاقة الآتية:

$$\text{منسوب نقطة القامة} = \text{منسوب الجهاز} + \text{ارتفاع الجهاز ع} \\ - ص - \text{قراءة الشعرة الوسطى ص}$$

العدسة التحليلية: (Anallactic Lens)

هى عبارة عن عدسة إضافية موجبة أحد سطحيها محدب والآخر مستوى وتوضع بين الشبكية وحامل الشعرات بغرض التخلص من الثابت الإضافى فى المعادلات السابقة وذلك بجعله مساوياً للصفر، ومن ثم تتبسط

العمليات الحسابية إلى حد كبير. على ذلك فالجهاز المزود بعدسة تحليلية يكون الثابت الإضافي (ك) له يساوى صفراً.

تعيين الثابت التاكيومتري والثابت الإضافي:

في المعادلات التاكيومترية ومشتقاتها يجب أن يكون الثابتان معلومين في أى جهاز والثابتان يقدران في المصنع ويكتبان عادة داخل صندوق الجهاز. والثابت الإضافي ليس ثابتاً تماماً إذا (ط) تتغير تغيراً طفيفاً تبعاً لطول النظرات نتيجة لتحرك الشينية عند التطبيق ويندر أن يتجاوز تحركها كسراً صغيراً إذ أن النظرات القصيرة نادرة الحدوث ومن ثم يمكن اعتبار (س + ط) مقداراً ثابتاً.

وبالرغم من وجود قيمتى الثابتين داخل صندوق الجهاز فإنه يجب تعيين قيمتهما الحقيقيين قبل العمل بقدر المستطاع. ولإيجاد قيمة كل من الثابتين نتبع الخطوات التالية:

- ١- نثبت الجهاز فوق نقطة (أ) مثلاً على أرض مستوية وندق أوتاد أو شوكة على أبعاد ٣٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠ متراً وتقاس هذه المسافات بالشريط الصلب بدقة وعناية.
- ٢- نأخذ قراءات شعرات الأستاذيا بعناية تامة على كل قامة عند النقط المختلفة ويفضل أن تكون موضوعة بحيث تواجه الشمس لتظهر واضحة تماماً، ويراعى عند القراءة أن نمحو خطأ الوضع تماماً عند التطبيق. وفي كل مرة نأخذ مجموعتين من الأرصاد بواسطة شخصين مختلفين للتحقيق ثم يؤخذ المتوسط.
- ٣- تحسب ١هـ، ٢هـ، ٣هـ، ٤هـ، وهى المسافات المقطوعة على القامة فوق النقط المختلفة وإلى أقرب ملليمتر إذ أن الخطأ في السنتيمتر الواحد في قراءة للقامة يقابله خطأ قدره متراً في المسافة.
- ٤- نعوض بالقيم التى حصلنا عليها في معادلة المسافة الأفقية فنحصل على أربع معادلات أتية المجهول فيها الثابتان $\frac{س}{د}$ ، (س + ط).
- ٥- إذ لم نتمكن من أخذ نظرات أفقية فنأخذ نظرات مائلة وتطبق المعادلات.

مثال: لإيجاد مناسيب نقطتين أ، ب رصدت القامة الموضوعه عند أ فكانت قراءات الشعرات ١,٢٠ - ١,٦٠ - ٢,٠٠ متر وزاوية إنخفاض ٤٢° ٦'.

ورصدت القائمة الموضوعة عند ب فكانت القراءات ١,٨٥ - ٢,٥٠ - ٣,١٥ وزاوية إرتفاع ٣٠ ١٢. وذلك من جهاز موضوع عند نقطة منسوبها ١٢,٥٠ متر احسب مناسيب النقطتين أ، ب وبعد الجهاز عن تلك النقطتين علما بأن ثابت الجهاز التاكيومتري ١٠٠ متر والثابت الإضافي ٣٠سم. وارتفاع الجهاز ١,٢٥ متر.

الحل:

عند رصد أ

المسافة بين الجهاز ونقطة أ = ف ج ا

ف ج ا = ث. ه جتا^٢ ن + ك جتا ن

$$\text{ف ج ا} = ١٠٠ = (١,٢٠ - ٢,٠٠) \text{ جتا}^٢ ٤٢ + ٠,٣٠ \text{ جتا} ٤٢$$

$$= ١٩٧,٥٨ \text{ متر.}$$

$$\text{ص} = \frac{١}{٢} \text{ ث ه جتا}^٢ \text{ ن} + \text{ك جان}$$

$$= \frac{١}{٢} \text{ ث} (١,٢٠ - ٢,٠٠) \text{ جتا}^٢ ٤٢ + ٠,٣٠ \text{ جتا} ٤٢$$

$$= ٠,٥٧ \text{ متر.}$$

منسوب نقطة أ = منسوب نقطة الجهاز + إرتفاع الجهاز - ص - قراءة الشفرة الوسطى

$$= ١٢,٥٠ - ١,٢٥ - ٠,٥٧ - ١,٦٠$$

عند رصد ب

المسافة بين نقطة الجهاز ونقطة ب

ف ج ب = ث. ه جتا^٢ ن + ك جتا ن

$$= ١٠٠ = (١,٨٥ - ٣,١٥) \text{ جتا}^٢ ٣٠ + ٠,٣٠ \text{ جتا} ٣٠$$

$$= ١٢٤,٢ \text{ متر}$$

$$\text{ص} = \frac{١}{٢} \text{ ث ه جتا}^٢ \text{ ن} + \text{ك جان}$$

$$= \frac{١}{٢} \times ١٠٠ (١,٨٥ - ٣,١٥) \text{ جتا}^٢ ٣٠ + ٠,٣٠ \text{ جتا} ٣٠$$

$$= ٣,١١٥ \text{ متر}$$

$$\text{منسوب نقطة ب} = ١٢,٥٠ + ١,٢٥ + ص - ٢,٥٠$$

$$= ١٤,٣٦ = ١٢,٥٠ + ١,٢٥ + ٣,١١٥ - ٢,٥٠$$

مثال ٢: فى المثال السابق، احسب معدل الانحدار بين النقطتين أ ، ب، إذا كانت الزاوية المحصورة بين الخطين الواصلين بين الجهاز والنقطتين ٤٥ ١٢٣°

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب بين النقطتين}}{\text{المسافة بين النقطتين}}$$

من حساب المثلثات يمكن إيجاد المسافة المحصورة بين أ ، ب

$$فأب = \sqrt{(فجأ)^2 + (فجب)^2 - 2(فجأ)(فجب)\cos(جأب)}$$

$$= \sqrt{(١٩٧,٥٨)^2 + (١٢٤,٢)^2 - 2(١٩٧,٥٨)(١٢٤,٢)\cos(٤٥)} = ١٢٣,٤٥$$

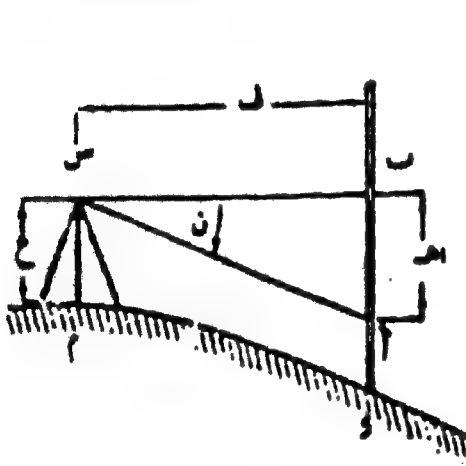
$$\text{معدل الانحدار} = \frac{١٤,٣٦ - ١٣,٥٨}{٩٧,٦٨} = ٠,٨\%$$

٩-٤-٢- طريقة الظلال (Tangent System)

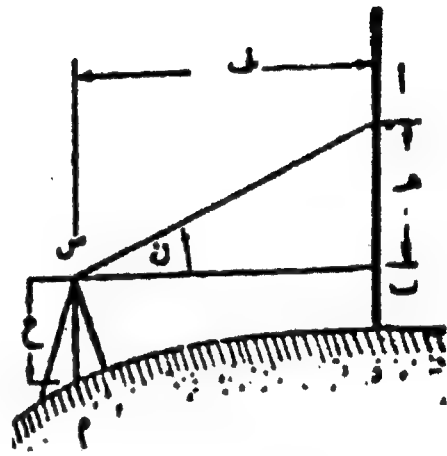
يمكن فى هذه الطريقة تعيين المسافة الأفقية والبعد الرأسى باستعمال تيودوليت عادى والأرصاد المطلوبة هى الزاوية الرأسية التى رأسها عند الجهاز ووترها مسافة معلومة بين هدفين ثابتين على قائمة أو شاخص، وهذا يتطلب توجيه المنظار مرتين على القامة الموضوعة رأسياً فوق النقطة المطلوب إيجاد بعدها وتقرأ الشعرة الوسطى على القامة وقيمة الزاوية الرأسية فى كل مرة.

لفرض أن المطلوب إيجاد المسافة الأفقية (ف) بين نقطتى الجهاز والقائمة مثل (د،م على الترتيب) وكذلك الفرق بين منسوبيهما. فعندما تسمح طبيعة الأرض بقراءة القامة وخط النظر الأفقى.

نأخذ نظرة أفقية (س ب) إلى قائمة فى نهاية الخط عند (د) ثم نظرة مائلة (س أ) إلى أعلى كما فى شكل (٩-٤) أو إلى أسفل كما فى شكل (٩-٥) حسبما تسمح به طبيعة الأرض. نعين زاوية الارتفاع (فى الحالة الأولى) أو زاوية الانخفاض (فى الحالة الثانية).



شكل (٥-٩)



شكل (٤-٩)

بفرض أن ب = القراءة على القامة عند خط النظر
أ = القراءة على القامة عندما خط النظر يميل على الأفقى
بزاوية قدرها ن.

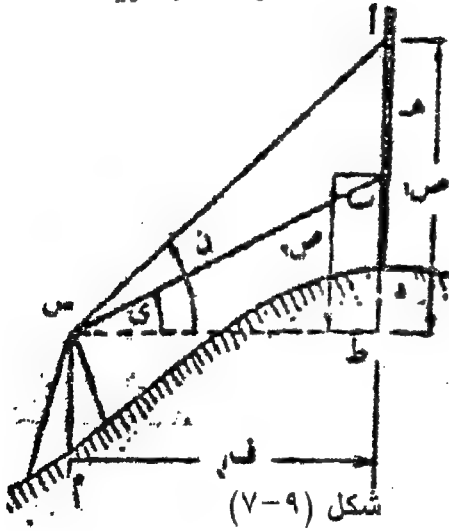
$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{قراءة أ} - \text{قراءة ب}}{\text{ظان ن}} \quad (٩-١١)$$

$$\text{منسوب نقطة د} = \text{منسوب م} + \text{ارتفاع الجهاز} - \text{القراءة ب} \quad (٩-١٢)$$

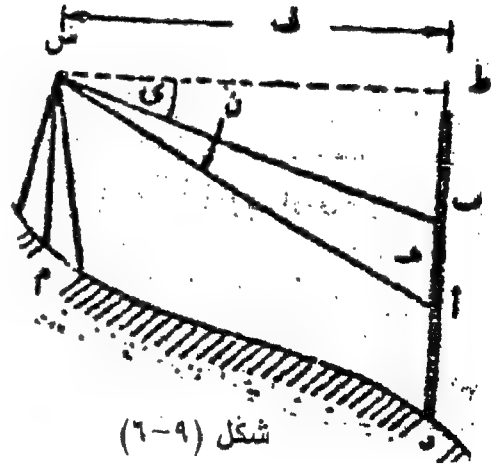
أما عندما لا تسمح طبيعة الأرض بأخذ نظرات أفقية. نوجه المنظار إلى القامة أولاً بزاوية ميل (ن) وتدون قراءة القامة. ثم تغير زاوية الميل ولتكن (ي) وتدون القراءة الناتجة على القامة كما فى شكل (٩-٦) و (٩-٧).

$$\begin{aligned} \therefore \text{أ ط} &= \text{ف ظان ن}, \quad \text{ب ط} = \text{ف ظا ي} \\ \text{أ ط} - \text{ب ط} &= \text{قراءة أ} - \text{قراءة ب} \\ \text{ف ظان ن} - \text{ف ظا ي} &= \text{قراءة أ} - \text{قراءة ب} \\ \text{ص}_١ = \text{ف ظان ن}, \quad \text{ص}_٢ = \text{ف ظا ي} \end{aligned}$$

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{قراءة أ} - \text{قراءة ب}}{\text{ظان ن} - \text{ظا ي}} \quad (٩-١٣)$$



شكل (٧-٩)



شكل (٦-٩)

ويحسب منسوب النقطة د في حالة زاوية الأرتفاع من العلاقة التالية:

$$\begin{aligned} \text{منسوب د} &= \text{منسوب م} + \text{أرتفاع الجهاز (ع)} + \text{ف ظا ي} - \text{ب د} \\ &= \text{منسوب م} + \text{أرتفاع الجهاز (ع)} + \text{ف ظا ن} - \text{أ د} \quad (٩-١٤) \end{aligned}$$

وفي حالة زاوية الانخفاض:

$$\begin{aligned} \text{منسوب د} &= \text{منسوب م} + \text{أرتفاع الجهاز} - \text{ف ظا ي} - \text{ب د} \\ &= \text{منسوب م} + \text{أرتفاع الجهاز} - \text{ف ظا ه} - \text{أ د} \quad (٩-١٥) \end{aligned}$$

أما في حالة رصد الزاويتان ن، ي أحدهما زاوية أرتفاع والأخرى

إنخفاض

$$\text{ف} = \frac{\text{ه}}{\text{ظا ن} + \text{ظا ي}} \quad (٩-١٦)$$

مثال ٢:

وضع جهاز في نقطة ج وكانت زاويتا أرتفاع نقطتين على قامة فوق

ب هما ١٤° ٢'، ٣٦° ٥' عندما كانت قراءة القامة ٨٠، ٢٠، ٢٠، ٢٠ مترًا على

الترتيب. ماهي المسافة الأفقية ب ج وما منسوب نقطة ب إذا كان منسوب

ج = ٨٢، ١٥ مترًا وأرتفاع الجهاز = ١، ٣٥ مترًا ؟

الحل:

$$ف = \frac{٠,٨٠ - ٢,٢٠}{\text{ظا } ١٤^\circ - \text{ظا } ٥^\circ} = ٢٣,٧٠ \text{ مترا}$$

$$\text{ص} = ٢٣,٧٠ \text{ ظا } ١٤^\circ = ٠,٩٢٤ \text{ مترا}$$

$$\text{منسوب ب} = ١,٣٥ + ٨٢,١٥ + ٠,٩٢٤ - ٠,٨٠ = ٨٣,٦٢٤ \text{ مترا}$$

٩-٤-٣ طريقة قضيب الأنفار (Invar Subtense Bar)

تعتبر طريقة قضيب الأنفار من أهم التاكيومترية لتعدد مزاياها وتنوع أستعمالاتها ويمكن قياس مسافات بهذه الطريقة حتى ٩٠٠ متر. وطريقة قضيب الأنفار هي طرق استخدام القاعدة ثابتة عند موضع الهدف وتتغير زاوية البراكس حسب المسافة المقاسة وحسب وضع القضيب بالنسبة للخط المقيس. وأساس هذه الطريقة هو قياس زاوية البراكس المحصورة بين طرفي قضيب ذي طول معين موضوع افقياً عند أحد طرفي الخط ويتم قياس هذه الزاوية بواسطة التيودوليت عند الطرف الآخر للخط.

ويستعمل قضيب الأنفار في الأعمال المساحة التي تحتاج إلى دقة عالية في قياس الأطوال ويمكن حصرها فيما يلي :

- ١- قياس خطوط المضلعات (الترافرسات)
- ٢- تعيين أطوال خطوط قواعد المثلثات
- ٣- أعماق مساحة الأنفاق والمناجم .
- ٤- أعمال توقيع وتخطيط المشروعات .
- ٥- تحديد أطوال ثابتة لمعايرة الشرائط ولتعيين ثوابت الأجهزة المساحية كالثابت التاكيومتري والإضافي .

وتتميز طريقة قضيب الأنفار عن الطرق الأخرى بالميزات التالية .

- ١- أستعماله أسهل من القياس المباشر بالشريط .
- ٢- الحصول على المسافة الأفقية مباشرة وبدقة عالية جداً ولا تحتاج إلى حسابات معقدة .
- ٣- لا تتأثر المسافة المقاسة بالتغير في درجة الحرارة أو طبوغرافية المنطقة.

٤- يمكن قياس خطوط تصل إلى كيلو متر واحد تقريبا بإتخاذ أوضاع مختلفة للقضيب وبدقة عالية جدا لا تتوفر أى أجهزة تقيومترية أخرى .

تتلخص نظرية القياس بهذه الطريقة فيما يلى :

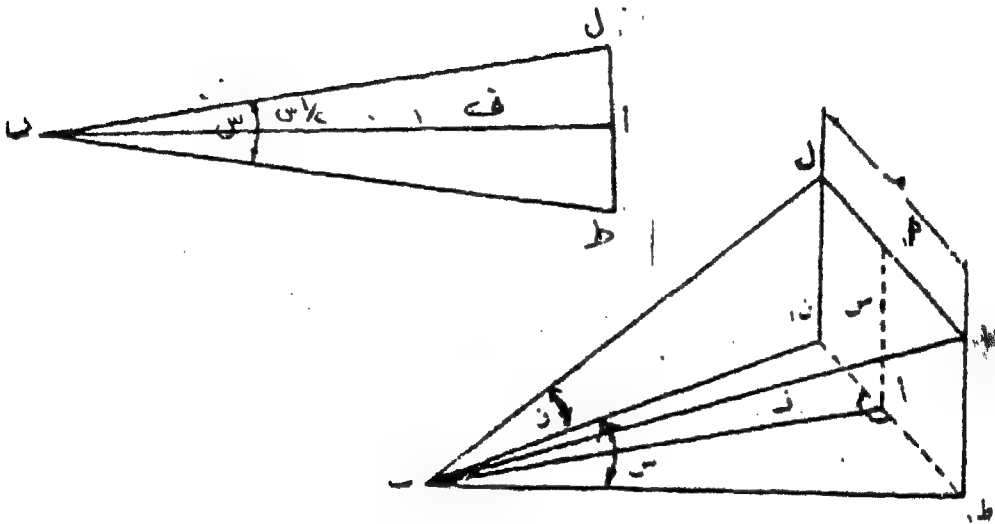
١- عند تحديد مسافة معينة أب مثلا، فيتم ذلك بواسطة قضيب الأنفار المحدد الطول بعلامتين (ل، ط) يحصران مسافة معلومة ومحددة بدقة تامة ولتكن ه شكل (٩-٨).

٢- يثبت القضيب أفقيا على حامل فوق نقطة أ وبحيث يكون عموديا على الخط أب المراد قياسه. ثم يوضع فى الطرف ب تيودوليت لقياس الزاوية الأفقية (زاوية البرالاكس) بين نهايتى الذراع ل، ط، وهذه الزاوية لا تتأثر باختلاف منسوب التيودوليت عن منسوب الذراع حيث زاوية البرالاكس المقاسة هى الزاوية الأفقية س (شكل ٩-٨ ب).

$$\text{المسافة الأفقية (أ ب) ف} = \frac{1}{\rho} \text{ هـ ظل } \frac{\rho}{\rho}$$

ص = ± ف ظان

منسوب أ = منسوب ب + ارتفاع التيودوليت عند ب ± ص - ارتفاع حامل القضيب فوق أ

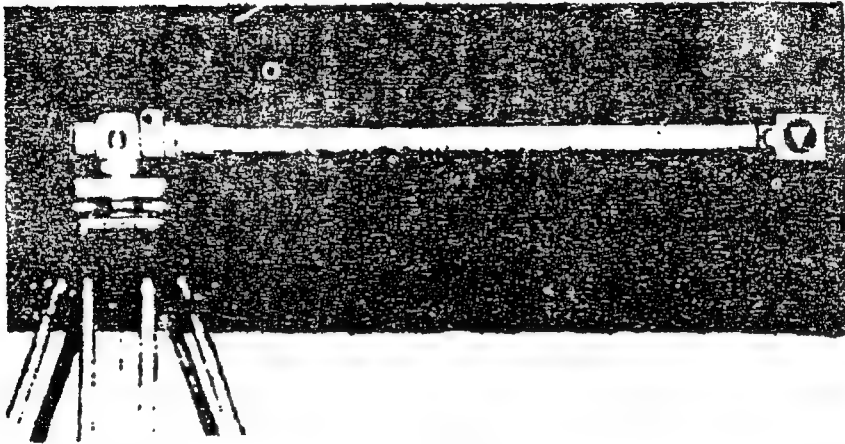


شكل (٩-٨)

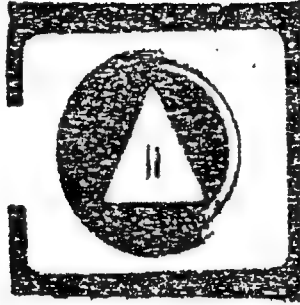
ويعتبر العامل الأول والأخير من العوامل ذات التأثير الكبير على درجة الدقة بينما لا تتأثر هذه الدقة بالعاملين الثانى والثالث تأثيرا كبيرا .

وصف الجهاز:

والجهاز يتركب من ذراعين (شكل ٩-٩) كل منهما عبارة عن أنبوبة من الصلب مفرغة طولها مترا واحدا تقريبا، ويربطهما عند أحد طرفيهما مفصلة وعند الطرف الآخر قرصان زجاجيان بهما علامتان مثلثتا الشكل بداخل كل منهما زوجان من الخطوط شكل (٩-١٠)، أحد هذين الزوجين عبارة عن خطين سميكين للرصد البعيد والزوج الآخر خطين رقيقين للرصد القريب، كما يوجد بداخل كل من المثلثين دائرة صغيرة أو فتحة مغطاه بزجاج أحمر اللون للرصد عليه ليلا ويمكن رؤية العلامتين بوضوح حتى على بعد ٧٠٠ متر والمسافة بين هاتين العلامتين = ٢,٠٠ متر تماما. والذراعان يمكن طيهما على بعض أو فتحيهما على إستقامة واحدة عند الاستعمال وبداخل كل ذراع سلك من الأنفار أحد طرفيه مثبت فى طرف الأنبوبة عند المفصلة والطرف الثانى مشدود إلى الخارج بواسطة زنبرك وبذا تظل المسافة بين العلامتين ثابتة وتساوى مترين تماما إذا تمددت الأنبوبة أو أنكمشت نتيجة لتغير درجة الحرارة . وعند منتصف القضيب مثبت منظار صغير (م) محوره البصرى متعامد مع الخط الواصل بين علامتى الرصد وبواسطة هذا المنظار تجعل القضيب متعامدا على الخط مراد قياسه.



شكل (٩-٩)



شكل (٩-١٠)

طريقة القياس:

- لقياس مسافة ما مثل أ ب تجرى الخطوات التالية :
- ١- نثبت القضيب جيداً فوق حامله مسامناً أحد طرفي الخط المراد قياسه وليكن نقطة (أ) بواسطة خيط وتقل الشاغول مع جعله أفقياً بالتقريب.
 - ٢- نفتح ذراعى القضيب على إستقامة واحدة ثم نجعله أفقياً تماماً بواسطة مسامير التسوية وميزان التسوية الدائرى المثبت فوق الحامل ومن ثم يكون الخط الواصل بين علامتى الرصد أفقى تماماً.
 - ٣- ندير القضيب باليد حول محوره الرأسى حتى نرصد خلال المنظار الصغير (م) خيط شاغول التيودوليت المثبت فوق (ب) والمسامت لها وبذا يكون القضيب معداً للقياس.
 - ٤- نوجه التيودوليت الموجود على الطرف الآخر للخط المراد قياسه وهو فى وضع متيامن إلى العلامة اليسرى ونقرأ الدائرة الأفقية ثم ترصد العلامة اليسرى ونقرأ الدائرة الأفقية ثم ترصد العلامة اليمنى. وبطرح القراءتين نحصل على زاوية البرالاكس (س) وتكون المسافة الأفقية:

$$ف = \frac{1}{p} \text{ هـ ظلنا } \frac{س}{p}$$

وحيث أن : هـ = طول قضيب الانفار ٢,٠ متراً
ف = ظلنا $\frac{1}{p}$ س

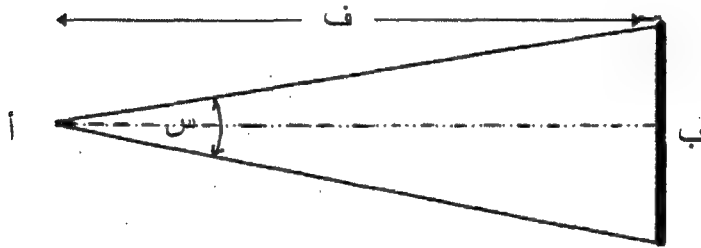
وذلك سواء أكان خط النظر أفقيا أو مائلا لأن الزاوية المقاسة هي 'الزاوية الأفقية'. ولإيجاد منسوب (أ) نطبق المعادلة الآتية.
 منسوب أ = منسوب ب + ارتفاع التيودوليت عند ب
 \pm ص - ارتفاع حامل القطب فوق (أ)

- وتتوقف الدقة في حساب المسافة بهذه الطريقة على العوامل الآتية :
- ١- درجة دقة قياس زاوية البرالاكس (وتتوقف على دقة التيودوليت) وعدد مرات رصد الزاوية.
 - ٢- تعامد قضيب الأنفار على الخط المقيس .
 - ٣- أفقية القضيب .
 - ٤- أوضاع القضيب المختلفة بالنسبة لطول المسافات المقاسة.

حالات القياس المختلفة:

عند وضع قضيب الأنفار عند أحد طرفي الخط المراد قياسه ووضع التيودوليت في الطرف الآخر نجد أن مقدار الخطأ النسبي المحتمل في حالة استخدام تيودوليت دقيق م القضيب يزيد بازدياد المسافة المقاسة فمثلا تكون نسبة الخطأ ١ : ١٠٠٠٠ عند قياس خط طوله ٤٠ متر بينما تزيد هذه النسبة وتصل إلى ١ : ٥٠٠٠ عند قياس خط طوله ٨٠ متر - ولما كانت هذه النسبة هي المسموح بها في القياس فإنه يجب أن يأخذ القضيب أوضاعا مختلفة نوردتها فيما يلي:

الوضع الأول: القضيب عند طرف الخط المقاس مباشرة:
 وتصلح للمسافات حتى ٨٠ متر.

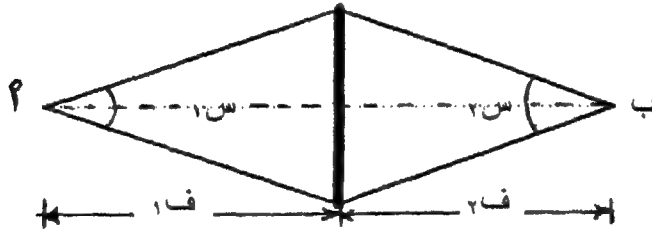


$$\text{المسافة } F = \text{ظنا } \frac{1}{2} S$$

الخطأ النسبي المحتمل ١ : ٦٠٠٠ لمسافة ٧٥ متراً

١ : ٥٠٠٠ لمسافة ٨٠ متراً

الوضع الثاني: القضيبي يتوسط الخط المقاس مباشرة :



وتصلح المسافات من ٨٠ حتى ١٥٠ متر

$$١ ف + ٢ ف = \left(\frac{١}{٢} س + \frac{١}{٢} س \right) \text{ ظناً } (٢ س)$$

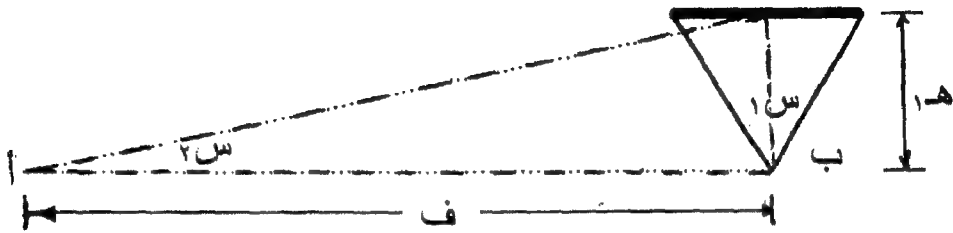
الخطأ النسبي المحتمل ١ : ٨٠٠٠ لمسافة ١٥٠ متر .

الوضع الثالث: القضيبي عند أحد طرفي الخط مع إستعمال خط قاعدة مساعد:

ويصلح هذا الوضع للمسافات من ١٦٠ متر حتى ٣٥٠ متر.

والخطأ النسبي المحتمل ١ : ١٢٠٠٠ لمسافة ٣٠٠ متر .

ويتم ذلك على النحو التالي .



١- نقيم الخط المساعد (هـ) متعامداً مع أحد طرفي الخط المراد قياسه.

وعند اختيار خط القاعدة المساعدة يجب أن يساوى $\sqrt{٢}$ ف حيث ف المسافة بالتقريب المراد قياسها.

٢- نقيس هـ بوضع قضيبي الأنفار في نهايتها وذلك بقياس الزاوية الأفقية

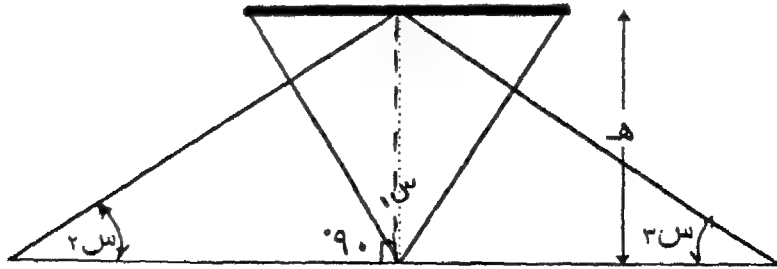
١ س

طول خط القاعدة المساعد هـ_١ = ظلًا س_١ / ٢

٣- تقاس الزاوية س_٢.

٤- تحسب المسافة الأفقية ف كالآتي:

الوضع الرابع: القضييب عند منتصف الخط المقاس مع إستعمال خط قاعدة مساعد ويصلح هذا الوضع للمسافات من ٣٥٠ متر وحتى ٨٠٠ متر. والخطأ النسبي ١ : ١٤٥٠٠ لمسافة ٦٠٠ متر ويتم ذلك على النحو التالي:



١- نقيم الخط المساعد (هـ_١) متعامداً عند منتصف الخط المراد قياسه تقريباً ويساوى تقريباً $٢ \sqrt{٠,٧}$ ف تقريباً

٢- تقاس (هـ_١) بوضع قضييب الأنفار فى نهايته وذلك بقياس الزاوية الأفقية س_١ ثم تقاس س_٢ س_٣.

طول خط القاعدة المساعد هـ_١ = ظلًا س_١ / ٢

٣- تقاس س_٢ س_٣

المسافة الأفقية ف = هـ_١ (ظلًا س_٢ + ظلًا س_٣)

مصادر الأخطاء فى المساحة التاكيومترية:

فضلاً عن مصادر الأخطاء فى العمل بالتليودوليت فإن العمل فى المساحة التاكيومترية معرض لكثير من مصادر الأخطاء عن الميزانية وعلى العموم يمكن تقسيم مصادر الأخطاء فى إيجاد المسافات والارتفاعات بطريقة شعرات الأستاذيا الى ثلاثة أنواع هى:

أولاً: أخطاء شخصية:

أ- الخطأ فى قراءة القامة ومن الأخطاء الشائعة قراءة الشعرة الوسطى بدلاً من إحدى شعرتي الأستاذيا وبذا نحصل على نصف المسافة الصحيحة

ويمكن تلافي الوقوع في مثل هذا الخطأ بتقدير المسافة بالعين المجردة، وكثير من الأجهزة يجهز دليلها بشعرات قطرية لهذا السبب.

ب- الخطأ في قياس الزوايا الرأسية ويجب الاحتياط تماماً في قياسها خاصة إذا كانت زاوية الميل كبيرة والمسافة طويلة. وبدراسة معادلات طريقة الأستاذيا نجد أن الخطأ في قياس الزوايا الرأسية في الأحوال العادية ليس له أثر هام على المسافة الأفقية المحسوبة فمثلاً خطأ مقداره دقيقة واحدة في قياس زاوية رأسية قدرها 5° يؤثر على دقة تعيين المسافة الأفقية بمقدار $\frac{1}{2000}$ بينما لو كانت الزاوية الرأسية 15° فإن المتغير يكون $\frac{1}{100}$.

وتأثير الخطأ في الزوايا الرأسية على قيمة فرق الارتفاعات هام نسبياً فمثلاً خطأ مقداره دقيقة واحدة في أي زاوية رأسية في النطاق العادي يعطى خطأ مقداره ٤ سم تقريباً في الارتفاع إذا كانت المسافة الأفقية ١٠٠ متر.

ج- الخطأ الناتج من وضع القامة رأسية ويزداد تأثير هذا الخطأ بإزدياد زاوية الميل.

ومن الشروط الواجب إتخاذها في أعمال المساحة التاكيومترية أن تكون القامة رأسية تماماً إذ أن ميل القامة بسبب خطأ في المسافة المرصودة ويزداد مقدار هذا الخطأ كلما زادت زاوية ميل خط النظر. فمثلاً إذا كان لدينا قامة طولها ٤ متر وكانت قمته تبعد عن الوضع الرأسى ١٥ سم إلى الناحية المضادة من الجهاز (أي يميل $53^\circ 2'$ عن الرأسى) وكانت المسافة = ٢١٠ متر والزاوية الرأسية 5° فإن الخطأ الناتج = ١,٢ سم على القامة أى ١,٢ متر في المسافة إما إذا كانت الزاوية الرأسية 15° فإن الجزء المحصور على القامة = ٣,٣ سم أى ٣,٣ متر في المسافة.

وفي بعض الأعمال التاكيومترية يجب جعل القامة رأسية بواسطة ميزان تسوية خاصة إذا كانت زاوية ميل خط النظر كبيرة.

د- الخطأ في استعمال الثابت التاكيومتري الصحيح فقد نستعمل الثابت ١٠٠ وهو في الواقع ليس كذلك وهذا من أهم مصادر الأخطاء في المساحة التاكيومترية لأنه خطأ تراكمى ويمكن تلافيه بإيجاد الثابت الصحيح كما سبق توضيحية.

ثانياً - أخطاء آلية:

معظمها ينصب على أخطاء التيودوليت مثل خطأ الصفر وعدم ضبط ميزان التسوية الخاص بالدائرة الرأسية وكذلك الخطأ في تدريب القامة نتيجة لتمددتها أو إنكاشها وهذا يمكن إهماله في الأعمال العادية، ولكن في الأعمال الدقيقة يجب معايرة القامة وإجراء التصحيح اللازم في القراءات.

ثالثاً - أخطاء طبيعية:

وأهمها تأثير الرياح وإختلاف تأثير الانكسار الجوى على قراءتى شعرتى الأستاذيا ولتلافى تأثير الانكسار يجب ألا يمر خط النظر (المر بالشعرة العليا) على مسافة تقل عن متر من سطح الأرض وهذا الاحتياط تزداد أهميته خاصة أثناء ساعات منتصف النهار. وأهمية هذا الخطأ ضئيلة في الأعمال العادية التى تكون الدقة المطلوبة فيها $\frac{1}{1000}$ أو أقل.

ونحصل على أحسن النتائج بالرصد فى الصباح بين السابعة والتاسعة أو مساء بين الرابعة والسابعة أو فى الجو الملبد بالغيوم وفى هذه الفترات يقل تغير الانكسار إلى أقصى حد نتيجة لعدم إختلاف كثافة طبقات الهواء القريبة من الأرض عن بعضها البعض . وإذا اضطررنا للعمل أثناء منتصف النهار نأخذ قراءتى الشعرتين العليا والوسطى ونضرب الفرق فى ٢.

تمارين على الباب التاسع

١- وضع تاكيومتر على جانب جبل ورصد طرفا طريق أ ب فكانت زاوية الارتفاع عندما رصدت أ هي ٢٠ ٢٥ وقرءات الشعرات ٢,٢٥، ٣,٠٩، ٣,٩٣ متر والجهاز مزود بعدسة تحليلية ثم رصدت قمة عند ب بزاوية إنخفاض ٣٧ فكانت القراءة ٢,٨٧ متر ولما خفض المنظار حتى أصبحت الزاوية ٦٠ رصدت أسفل نقطة في القمة . فإذا كان إنحراف الخط من التاكيومتر إلى أ ٢٩٧ وإلى ب = ١١٧ فما مقدار أنحدار الطريق ب أ . البعد البؤري للشينية = ٢٥ سم والمسافة بين شعرتي الأستاديا = ٦ ملليمتر.

٢- البعد البؤري لعدسة الشينية في منظار هو ٣٠ سم والمحور الرأسى للدوران في منتصف المسافة بين الشينية والبؤرة وضعت القمة على بعد ١٨٠ متر من المحور الرأسى للجهاز وكان الجزء المقطوع بين شعرتي الأستاديا على القمة = ١,٧٧ متر. ماهى المسافة بين شعرتي الأستاديا في الجهاز.

٣- لإيجاد منسوب النقطة أ من النقطة ب المعلوم منسوبها وضع التيودوليت فوق نقطة جديدة ج وأخذت القراءات الآتية على القامتين الموضوعتين رأسياً فوق أ ، ب فكانت :

القامة	الزاوية الرأسية	قراءة الشعرات (م)
أ	٢٩ ٠٩	٢,٠٥ ، ١,٥٠ ، ٠,٩٤
ب	٥٠ + ٢٢	١,٠٢ ، ٢,٠٠ ، ٢,٩٨

فإذا علم أن الجهاز به عدسة تحليلية والثابت التاكيومتري = ٥٠ وأن منسوب نقطة ب = ٣,٢٧ متراً . وأحسب منسوب نقطة أ .

٤- أخذت القراءات الآتية على قمة رأسية موضوعة عند نقطتين بواسطة جهاز تاكيومتري بغرض تعيين الثابت التاكيومتري والأضافى.

قراءات القامة	زاوية الارتفاع	المسافة الأفقية
١,٦٢ - ٢,٣٦ - ٣,١١ متر	صفر	١٥٠ متر
٢,١٥ - ٣,١٥ - ٤,١٥ متر	٧	٢٠٠ متر

والمطلوب إيجاد قوانين الجهاز

المراجع

المراجع العربية

- ١- السعيد رمضان العشرى - "المساحة المستوية" - دار الجامعيين الإسكندرية ١٩٩٩
- ٢- رأفت حلمي "أسس المساحة" جامعة القاهرة ١٩٦٥
- ٣- سمير محمد يونس - محمد شيبون "المساحة الزراعية" الكتاب الجامعي كلية الزراعة جامعة الإسكندرية ١٩٩٦
- ٤- سمير محمد يونس - محمد شيبون - سمير محمد إسماعيل "المساحة الزراعية" الكتاب الجامعي كلية الزراعة جامعة الإسكندرية ١٩٨٧
- ٥- محمد فريد يوسف "المساحة الهندسية" دار المطبوعات الجديدة اسكندرية
- ٦- محمود حسنى عبد الرحيم - محمد رشاد الدين مصطفى - محمد نجيب على شكرى - "المساحة الهندسية" منشأة المعارف بالإسكندرية ١٩٩١
- ٧- محمود حسنى عبد الرحيم مبادئ المساحة المستوية والطبوغرافية - منشأة المعارف بالإسكندرية ١٩٨٧.
- ٨- محمود حسنى عبد الرحيم - محمد رشاد الدين مصطفى - المساحة التفصيلية والطبوغرافية - دار الراتب الجامعية - بيروت ١٩٨٥.

المراجع الأجنبية:

- Fryer, J.G., H.E. Micheal. R.C Brinkn and paul R. wolf "Elementary Surveying" "Seventh edition Happer and Row, New Tork 1978.
- Kissan Phillip "Surveying Practice" Mc Graw Hill, New York 1971.
- Moffit, Francis H. and Harry Bouchard "Surveying", Sixth edition, Intext Educational Publisher, New York 1975.
- Schmidt, Milton and william Horace Rayner "Fundamentals of surveying" Second edition. D. van Nostrand company New York 1978.

فهرس

- مقدمه ٣
- الباب الأول : المساحة بالجنزير ٧
- الباب الثانى: مقاييس الرسم ٥٣
- الباب الثالث: الخرائط المساحية ٦٥
- الباب الرابع: المساحة بالبوصله ٩٧
- الباب الخامس: حساب المساحات وتقسيم الأراضى ١٥٩
- الباب السادس: المساحة بالتقيدوليت واللوحه المستوية ١٢٩
- الباب السابع: قياس المناسيب ٢٠٧
- الباب الثامن: حسابات مكعبات الحفر والردم ٢٥٣
- الباب التاسع: المساحة التاكيومترية ٢٨١

بسم الله الرحمن الرحيم

 Bibliotheca Alexandrina



0352875